

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Fabício André Musa
00207329**

Acompanhamento das Etapas do Melhoramento de Arroz Irrigado na Epagri

PORTO ALEGRE, Abril de 2016.

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

Acompanhamento das Etapas do Melhoramento de Arroz Irrigado na Epagri

Fabício André Musa
00207329

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 do Estágio: Dr. Rubens Marschalek, Pesquisador do Projeto Arroz da Epagri, na Estação Experimental de Itajaí, SC

Orientador Acadêmico do Estágio: Profa. Dra. Renata Pereira da Cruz

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Profa. Renata Pereira da Cruz - Departamento de Plantas de Lavouras – Regente

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Departamento de Horticultura e Silvicultura

Prof. Fabio Kessler dal Soglio - Departamento de Fitossanidade

Profa. Carine Simioni - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Profa. Mari Lourdes Bernardi - Departamento de Zootecnia

Prof. Pedro Alberto Selbach - Departamento de Solos

PORTO ALEGRE, Abril de 2016.

AGRADECIMENTOS

Esse momento é uma conquista realizada com a vontade, o empenho e a dedicação de se tornar uma pessoa melhor profissionalmente e pessoalmente.

Agradeço a Deus pela possibilidade de acreditar que podemos fazer algo melhor nesse planeta e que nossa esperança mova os nossos caminhos em prol do bem de todos.

Agradeço aos meus pais e meus familiares por me incentivarem, apoiarem e ajudarem em tudo que foi necessário para me tornar uma pessoa melhor em todos os aspectos, sejam na educação, no respeito aos outros e em tudo que é realmente importante na vida.

Aos funcionários, pesquisadores e as outras pessoas envolvidas no Projeto Arroz da Epagri de Itajaí, em especial ao Senhor Dr. Rubens Marschalek pela oportunidade de ser meu supervisor de estágio na área de melhoramento de arroz.

A professora Dra. Renata Pereira da Cruz pela oportunidade de ser minha orientadora no estágio, proporcionando um grande aprendizado.

A todos os professores que tive ao longo da minha jornada que fazem o possível e o impossível para ensinar os seus alunos em um país em que a educação não é tratada com sua devida importância.

Aos professores e funcionários da Faculdade de Agronomia e da UFRGS.

Ao país pela possibilidade de sempre estudar em escolas e universidades públicas.

Aos amigos e futuros colegas de profissão que adquiri ao longo da graduação.

Por fim, agradeço a todas as pessoas, conhecidos e amigos que convivem comigo desde o meu nascimento e que me ajudam a ser uma pessoa melhor e mais humana.

RESUMO

O estágio curricular foi realizado na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) no município de Itajaí, SC. Os objetivos foram acompanhar o processo de hibridação e as etapas do método genealógico utilizado no Projeto Arroz na estação experimental. Também foram desenvolvidas as seguintes atividades: observar o melhoramento dos tipos especiais de arroz (pericarpo colorido, baixo teor de amilose e aromáticos), o teste de tolerância ao ferro e à salinidade; verificação da rentabilidade e produtividade em experimentos de solo; visitas aos ensaios regionais e às unidades de demonstração e de observação; dias de campo em Turvo e na estação experimental e participação no monitoramento e no controle das pragas da cultura. Foi possível aprender e entender como é todo processo de melhoramento de arroz e as outras atividades de pesquisa vinculadas à cultura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estado de Santa Catarina e município de Itajaí.	8
Figura 2. Mapa com as principais estruturas da Epagri no Estado.	10
Figura 3. Área experimental do Projeto Arroz.	11
Figura 4. Organograma do Melhoramento de Arroz da Epagri.....	17
Figura 5. Perfis coletados no campo para emasculação (a), armazenamento em baldes (b) e retirada de um terço das folhas do perfilho (c).	19
Figura 6. Corte das espiguetas (a e b) e retirada das anteras (c) – Emasculação.	19
Figura 7. Após o processo de hibridação, os perfilhos são armazenados em casa de vegetação (a) com a formação dos grãos F ₁ (b).	20
Figura 8. Seleção (a) e armazenamento em pacotes (b) das plantas selecionadas na geração F ₂	22
Figura 9. Segregação entre e dentro das parcelas da geração F ₃	22
Figura 10. Parcela F3 com as três linhas centrais colhidas para analisar o rendimento de grãos.	23
Figura 11. Parcela pré-germinada F6 totalmente acamada.	24
Figura 12. Observação das linhagens avaliadas na área da semente genética do ensaio regional.	25
Figura 13. Avaliação das parcelas dos ensaios de valor comercial e uso (VCU) em Pouso Redondo, SC.	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE ITAJAÍ	8
2.1. Localização	8
2.2. Clima e Vegetação	8
2.3. Solo	9
3. CARACTERIZAÇÃO DA EPAGRI	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO DA CULTURA DO ARROZ	12
4.1. Importância da cultura do arroz	12
4.2. Objetivos dos programas de melhoramento	13
4.3. Melhoramento genético de arroz	13
4.3.1. Plantas autógamias	13
4.3.2. Tipos de cultivares	14
4.3.3. Hibridação	14
4.3.4. Métodos de melhoramento para autógamias	14
4.3.4.1. Método Genealógico ou Pedigree	15
4.4. Cultivares da Epagri	16
5. ATIVIDADES REALIZADAS	16
5.1. Hibridação	17
5.1.1. Escolha dos materiais	17
5.1.2. Emasculação	18
5.1.3. Polinização	19
5.2. Condução das populações segregantes	20
5.3. Ensaios de Rendimento	23
5.4. Produção de sementes	27
5.4. Outras atividades vinculadas ao Projeto Arroz	27
6. DISCUSSÃO	27
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	33

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma necessidade muito grande de produzir alimentos com menos uso de insumos e de forma mais sustentável. O arroz é o segundo cereal mais produzido no mundo, perdendo apenas para o milho. Corresponde a 29 % do total dos grãos usados na alimentação humana. Ocupa uma área de 158 milhões de hectares com uma produção de 747 milhões de toneladas de grãos em casca. A China é o maior produtor do mundo e o Brasil o nono (EPAGRI, 2015).

Santa Catarina é o segundo Estado em produção de arroz no Brasil, perdendo apenas para o Rio Grande do Sul. De grande importância econômica, a cultura do arroz ocupa mais de 150 mil hectares, sendo cultivado em mais de 11 mil propriedades rurais localizadas em 83 municípios (EBERHARDT & SCHIOCCHET, 2015).

O melhoramento dessa espécie é fundamental na busca de cultivares mais adaptadas às diferentes regiões produtoras, sendo produtivas e mais tolerantes às intempéries ambientais e às pragas e doenças.

O estágio curricular obrigatório foi desenvolvido na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), no município de Itajaí, SC. Foi realizado durante o período de 5 de janeiro de 2016 a 26 de fevereiro de 2016, sob a supervisão do Dr. Engenheiro Agrônomo Rubens Marschalek, pesquisador do Projeto Arroz de Itajaí e teve como orientadora acadêmica a Profa. Dra. Renata Pereira da Cruz do Departamento de Plantas de Lavoura da Faculdade de Agronomia da UFRGS. A carga horária do estágio foi de 300 horas.

Os principais objetivos deste estágio foram acompanhar as atividades de hibridação e as etapas do método genealógico do melhoramento da cultura. Além disso, outras tarefas foram realizadas com o acompanhamento de outros pesquisadores, funcionários e técnicos agrícolas na tentativa de obter o maior conhecimento sobre a produção da cultura no Estado de Santa Catarina.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE ITAJAÍ

2.1. Localização

O município de Itajaí (Figura 1) localiza-se no litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina junto à foz do Rio Itajaí-Açu, integrando um eixo de ligação com as principais rodovias e aeroportos do Brasil (MUNICÍPIO DE ITAJAÍ, 2016). Segundo o IBGE (2011), a população estimada em 2015 é de 205.201 habitantes e a área estimada é de 288.286 km². Possui uma distância próxima de 100 km de Florianópolis, capital de Santa Catarina, e de aproximadamente 550 km de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul.

Figura 1. Estado de Santa Catarina e município de Itajaí.



Fonte: Wikipédia, 2016.

O município possui um IDH de 0,795, considerado o 56º no ranking das cidades do Brasil (ONU, 2010). Segundo o Censo do IBGE (2012), Itajaí tem o maior PIB do Estado. Isso é decorrente dos setores econômicos das áreas de logística, construção civil, atividades industriais e o complexo portuário, sendo o segundo maior do país em movimentação de contêineres (MUNICÍPIO DE ITAJAÍ, 2016).

2.2. Clima e Vegetação

De acordo com Pandolfo et al. (2002), a classificação climática de Köppen para o município de Itajaí é o Cfa (clima mesotérmico úmido quente, sem estação seca), ou seja,

clima úmido em todas as estações do ano, sendo estas bem definidas com verões quentes e invernos frios. Apresenta características climáticas inerentes ao litoral sul - brasileiro.

Conforme Embrapa (2004), a temperatura média anual no litoral norte do Estado é de 21,8°C. A média da temperatura máxima ocorre nos meses de janeiro e fevereiro com 26°C e a média das mínimas é 14,8°C no mês de julho. O município possui uma precipitação total anual de 1415,5 mm, sendo que os meses do verão são os mais chuvosos com uma precipitação de 188,7 mm no mês de janeiro. Os meses menos chuvosos ocorrem no inverno com uma precipitação de 52,4 mm no mês de julho. De acordo com Pandolfo et al. (2002), o município possui 30 a 40% de probabilidade de geadas no mês de julho com uma média de insolação de 1600 a 1800 horas.

A vegetação típica da região é a Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2004). Segundo Araújo (2012) apud Bedin (2013), o relevo do município é formado por planície, depósitos de encostas, morros e montanhas. Apresenta um relevo com altitudes moderadas, não ultrapassando os 600 metros.

2.3. Solo

De acordo com Bedin (2013), Itajaí é constituído de áreas planas onde se localiza grande parte da população. Essas áreas são caracterizadas por processos agradacionais, formada predominantemente por sedimentos arenosos e argilosos, de origem fluvial, marinha e continental. Encontra-se próxima aos rios Itajaí e Itajaí-Mirim, e às praias.

Com relação aos solos catarinenses, os Cambissolos são os mais representativos, ocupando aproximadamente 52% da área total do Estado (BEDIN, 2013).

Os solos mais adaptados para a cultura do arroz irrigado são os planos, argilosos, com camada abaixo da superfície pouco permeável. Quando sistematizados, outros tipos de solo podem ser utilizados, como os orgânicos (EBERHARDT & SCHIOCCHET, 2015). A área experimental da estação de Itajaí possui solos do tipo Cambissolo, Gleissolo e locais com manchas de Organossolo.¹

¹ Informações pessoais da pesquisadora Fabiana Schmidt do Projeto Arroz, em Itajaí- SC. Fevereiro 2016.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EPAGRI

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) está situada em todos os municípios de SC (Figura 2). Foi fundada em 1991 com a fusão de órgãos que atuavam separadamente na pesquisa e extensão rural. Neste ano de 2016 completa 40 anos de Pesquisa Agropecuária e 60 anos de Extensão Rural e Pesqueira (EPAGRI, 2016a).

Segundo Souza (2015), a empresa é estruturada em: uma sede administrativa em Florianópolis (coordena os programas e projetos); oito gerências estaduais; 23 gerências regionais responsáveis pela administração dos 293 escritórios; 13 centros de treinamentos para aperfeiçoamento profissional ou gestão e empreendedorismo; nove estações experimentais; 14 unidades de pesquisa e dois campos experimentais; um centro de pesquisa para agricultura familiar (Cepaf); um centro de socioeconomia e planejamento agrícola (Cepa), um centro de desenvolvimento em agricultura e pesca (Cedap); um parque ecológico de apicultura (Peca) e um centro de Excelência em informações e recursos ambientais e de hidrometeorologia (Ciram).

Figura 2. Mapa com as principais estruturas da Epagri no Estado.



Fonte: EPAGRI, 2016b.

A Estação Experimental da Epagri de Itajaí (EEI) localizada às margens da Rodovia Antônio Heil, km 6, número 6800 (Latitude 26° 57' 57s Sul, Longitude 48° 48' 01s, altitude 2m) tem trabalhos de pesquisa sendo desenvolvidos desde 1976 nos seus 121,57 hectares de área total (EPAGRI, 2016c). Os trabalhos realizados estão concentrados em quatro programas: Projeto Arroz, Fruticultura Tropical, Hortaliças e Flora Catarinense (REBELO,

2011). Possui um corpo técnico de 36 pesquisadores, 46 funcionários de apoio operacional e 12 funcionários de apoio técnico (EPAGRI, 2016c). A EEI mantém vínculo de trabalho com diversas instituições, empresas e universidades com as quais possui parceria para desenvolver projetos e trabalhos (REBELO, 2011).

O Projeto Arroz (Figura 3) conta com oito pesquisadores, dois técnicos agrícolas e oito funcionários de campo. São desenvolvidos vários trabalhos e atividades de pesquisa com arroz irrigado. Entre eles, destaca-se o Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado, que é um dos principais programas relacionados à cultura no Brasil.

Figura 3. Área experimental do Projeto Arroz.



Fonte: Rubens Marschalek.

O objetivo do programa de arroz da Epagri de Itajaí é desenvolver cultivares do tipo “moderno”, ou seja, que apresentem grãos longo-finos de alta qualidade, tolerantes às doenças e pragas, com alta produtividade e adaptadas ao sistema pré-germinado (EPAGRI, 2002).

Este programa iniciou em 1976 e, desde então, lançou 21 cultivares para o cultivo em Santa Catarina, o que foi decisivo para aumentar a produtividade no estado. Estas cultivares são plantadas em 85% da área correspondente à produção orizícola catarinense, além de serem utilizadas em outras regiões do Brasil e em países como o Paraguai, Argentina e Bolívia. Nas décadas de 70 e 80, as variedades cultivadas em SC, que haviam sido trazidas da Europa pelos imigrantes, foram sendo substituídas por cultivares modernas, vindas do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA), International Rice Research Institute (IRRI) e Centro Internacional da Agricultura Tropical (CIAT) (MARSCHALEK et al., 2008).

Inicialmente, o programa dependia quase totalmente da introdução de materiais advindos de instituições como o IAC, IRGA, IRRI, Embrapa, entre outros. Com o passar dos anos e a quantidade de genótipos obtidos pela Epagri, a hibridação e a mutação são as principais formas de obtenção de linhagens e cultivares. Atualmente, a hibridação é a principal fonte de variabilidade genética neste programa de melhoramento, que origina os recombinantes desejáveis, através de aproximadamente 350 cruzamentos e retrocruzamentos feitos anualmente (VIEIRA et al., 2007)

As sementes oriundas dos cruzamentos dão origem à geração F_1 , a partir da qual são realizadas as gerações subseqüentes com a escolha de plantas individuais dentro de cada fase. A cada etapa diminui o número de famílias totais, chegando à geração F_6 com 30 a 50 linhagens. Destas, aproximadamente 20 linhagens promissoras formam a geração F_7 , sendo testadas por três anos em cinco regiões produtoras de arroz em Santa Catarina.

Nesta fase, a parceria com o Sindicato das Indústrias de Arroz em Santa Catarina (Sindarroz) é de grande importância, pois é o Sindarroz que avalia as linhagens promissoras. Estas só podem ser lançadas como cultivares se apresentarem produtividade superior às cultivares atualmente em uso. Caso seja aprovada para lançamento, inicia-se a produção de sementes certificadas pela Associação Catarinense de Produtores de Sementes de Arroz Irrigado (Acapsa). O lançamento do cultivar só é realizado quando há sementes certificadas disponíveis para o cultivo das áreas comerciais, o que geralmente demora de 12 a 13 anos após a hibridação (MARSCHALEK et al., 2008).

4. REFERENCIAL TEÓRICO DA CULTURA DO ARROZ

4.1. Importância da cultura do arroz

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos em todo o mundo. Presente, principalmente, nos países em desenvolvimento, desempenha papel estratégico em níveis econômico e social. É considerado um dos alimentos com melhor balanço nutricional, fornecendo 15% da proteína e 20% da energia per capita necessárias ao homem (AZAMBUJA et al., 2004).

Segundo Acquaah (2007), o arroz responde por cerca de 20% da produção total de grãos. É o alimento básico para mais de 50% da população do mundo. Estima-se que 90% da produção e consumo de arroz ocorre na Ásia, onde o consumo é de 45 kg por pessoa por ano

em comparação com uma média mundial de 27 kg e uma média de 9 kg nos EUA. Para a Azambuja et al. (2004), é uma cultura versátil que se adapta às diferentes condições de clima e solo, sendo considerada a espécie de maior potencial de aumento de produção para o combate da fome no mundo.

4.2. Objetivos dos programas de melhoramento

De acordo com Allard (1971), a ênfase do melhoramento de plantas, em grande parte, está baseada no aumento da produtividade agrícola, devido à grande necessidade de uma fonte adequada de alimentos para satisfazer o crescimento da população num mundo de área limitada.

Entretanto, além do potencial produtivo, no desenvolvimento de uma cultivar de arroz irrigado, são consideradas pelos programas de melhoramento outras características importantes tais como a qualidade industrial, comercial e culinária do grão, o tipo de grão, o ciclo biológico e altura de planta. Além disso, outros fatores são observados, como resistência às doenças, aos insetos, ao frio, à toxicidade por Ferro e à salinização do solo e da água. A cultivar deve ter produtividade alta e estável, com tipo e qualidade intrínseca de grãos que atenda as necessidades e preferências dos beneficiários (produtor, industrial e consumidor) do arroz (TERRES et al., 2004).

4.3. Melhoramento genético de arroz

4.3.1. Plantas autógamas

O arroz é uma espécie autógama assim como a cevada, a aveia, o sorgo, o feijão, a soja, a alface e o trigo. São espécies que apresentam autopolinização, ou seja, a fonte de pólen é normalmente a própria flor ou outras flores da mesma planta. As espécies autógamas caracterizam-se, portanto, por ter flores completas e hermafroditas. Uma boa indicação de autopolinização é o efeito da endogamia, caso esta possa ser empregada sem acarretar efeitos adversos (depressão endogâmica), a espécie é provavelmente autógama (ALLARD, 1971).

4.3.2. Tipos de cultivares

No arroz, as principais cultivares são do tipo linhas puras. Elas são constituídas por um grupo de indivíduos descendentes de uma única planta em homozigose, apresentando basicamente a mesma constituição genética, o que as torna homozigotas e homogêneas. Não possuem problemas com a depressão endogâmica (BORÉM, 2013).

Atualmente, existem também cultivares híbridas, que resultam do cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos, visando à exploração da heterose (FEHR, 1987). Embora a heterose manifeste-se em um grande número de espécies autógamas, apenas em um pequeno número dessas espécies é explorada comercialmente. Isso ocorre pelo fato da dificuldade de produção de híbridos nessas culturas. As cultivares híbridas em arroz visam explorar o vigor híbrido, porém são utilizadas em menor escala quando comparadas às cultivares tipo linhas puras no Brasil (BORÉM, 2013).

4.3.3. Hibridação

O melhoramento genético de qualquer espécie vegetal está baseado em variabilidade genética. A hibridação entre genitores distintos geneticamente é uma das formas mais utilizadas para ampliar a variabilidade genética disponível para o melhorista (ACQUAAH, 2007). O objetivo da hibridação no melhoramento de espécies autógamas consiste em combinar, num só genótipo, genes desejáveis que se encontram em dois ou mais genótipos diferentes (ALLARD, 1971).

Segundo Borém (2013), a técnica de cruzamento consiste na emasculação da flor a ser usada como genitor feminino antes que as anteras iniciem a liberação do pólen. Coleta-se o pólen do genitor masculino, que é aplicado sobre o estigma da planta emasculada. Esse procedimento varia de acordo com as espécies. Os tipos de população variam dependendo do programa de melhoramento. Existem os cruzamentos simples, duplos, triplos, complexos e o retrocruzamento.

4.3.4. Métodos de melhoramento para autógamas

Os métodos de melhoramento utilizados em espécies autógamas são as seguintes: massal, populacional, genealógico (Pedigree), SSD (Single Seed Descent), duplo-haplóide e

retrocruzamento (FEHR, 1987). O método de melhoramento a ser adotado depende do germoplasma, da mão de obra especializada e da infraestrutura disponível (EPAGRI, 2002).

4.3.4.1. Método Genealógico ou Pedigree

Conforme Acquaaah (2007), a seleção por Pedigree é um método usado largamente no melhoramento de espécies autógamas e alógamas. O princípio do método genealógico é a seleção individual de plantas na população segregante com a avaliação de cada progênie separadamente. Cada geração deve ser conduzida em região e época de plantio representativas do ambiente onde se deseja a nova cultivar. A seleção é baseada no genótipo dos indivíduos, ao contrário da seleção massal, que se baseia apenas no fenótipo das plantas selecionadas (BORÉM, 2013).

Para ser bem sucedido, o melhorista deve ser capaz de distinguir as plantas desejáveis entre as indesejáveis com base no fenótipo da planta em uma população segregante. É um método de seleção individual contínua após a hibridação. Uma vez selecionada, cada planta dará origem a uma família na geração seguinte e assim por diante até que a homozigose seja atingida. Nessa fase, as plantas se apresentam fenotipicamente homogêneas (ACQUAAH, 2007).

No método genealógico, os tipos superiores são selecionados nas gerações segregantes, mantendo o registro de todas as relações entre os genitores e as respectivas progênies. O termo genealógico indica que são mantidas as anotações dos ascendentes ou a genealogia de cada uma das progênies. A seleção para superioridade é baseada no vigor e outras características agrícolas dos indivíduos ou progênies / famílias (ALLARD, 1971).

De acordo com Borém (2013), as vantagens da seleção por Pedigree são: permitir o controle do grau de parentesco entre as seleções, permitir o descarte de indivíduos inferiores em gerações precoces, permitir a utilização de dados obtidos para estudos genéticos e possibilitar o treinamento de jovens melhoristas. Entretanto, só permite a condução de uma única geração por ano, tornando o método moroso, exige elevada demanda de mão de obra e campo experimental e requer pessoal qualificado para selecionar tipos desejáveis.

A seleção em cada geração pode envolver ambientes diferentes, o que oferece uma boa oportunidade de expressão e seleção de características importantes ocasionadas pela variabilidade genética. Porém, este método gera grande quantidade de registros das progênies

e dos genitores e não pode ser usado em ambientes onde a variabilidade genética para as características desejadas não é expressa (FEHR, 1987).

Segundo Acquaah (2007), a seleção é baseada não apenas no fenótipo, mas também no genótipo, tornando-o um método eficaz para a seleção de linhagens superiores. Porém, é mais adequado para seleção de caracteres qualitativos (controlado por um ou por poucos genes - cor da flor) do que quantitativos (controlado por muitos genes - resistência a doenças e altura de plantas).

4.4. Cultivares da Epagri

O Projeto Arroz da Epagri de Itajaí lançou até o momento 29 cultivares (Anexo A). Os lançamentos iniciaram na década de 80 e tiveram grande importância no desenvolvimento e evolução do setor orízicola no Estado de Santa Catarina. São cultivares obtidas por mutação, introdução e hibridação. A grande maioria tem a finalidade de atender o mercado do Estado de Santa Catarina, embora algumas cultivares sejam plantadas no Rio Grande do Sul. Outras são destinadas para o mercado de países como a Bolívia e Argentina. Dos 150 mil hectares plantados em Santa Catarina, 90 % são com cultivares de arroz da Epagri.²

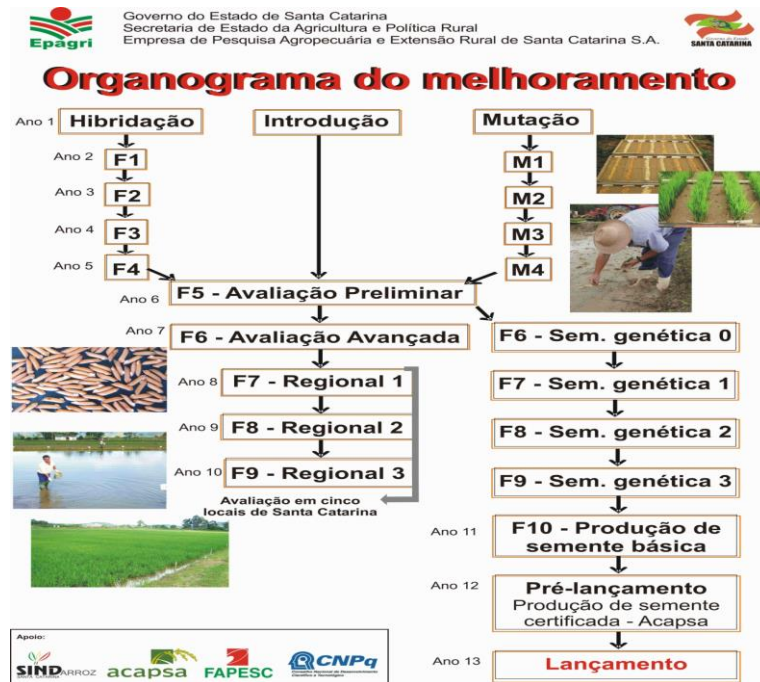
5. ATIVIDADES REALIZADAS

Em qualquer programa de melhoramento genético é necessário ter métodos ou formas de gerar variabilidade genética para o progresso e seleção de cultivares com as características desejadas. Sem a variabilidade não existe programa de melhoramento vegetal. O Projeto de Melhoramento de Arroz da Epagri utiliza três formas para gerar/ampliar essa variabilidade genética: hibridação, introdução de novos genótipos e mutação (Figura 4).

No estágio, as principais atividades dizem respeito ao acompanhamento das hibridações, condução das populações segregantes, produção de semente genética e ensaios finais, os quais serão descritos a seguir.

² Informações pessoais do pesquisador Rubens Marschalek do Projeto Arroz, em Itajaí- SC. Fevereiro 2016.

Figura 4. Organograma do Melhoramento de Arroz da Epagri.



Fonte: Marschalek et al., 2008.

5.1. Híbridação

5.1.1. Escolha dos materiais

A escolha dos materiais para os cruzamentos é feita de acordo com as características desejadas no projeto do melhoramento de arroz. Esses atributos são analisados e escolhidos de acordo com o mercado consumidor, clima, manejo dos produtores, características pretendidas nas plantas pelos melhoristas e outras atividades vinculadas à produção. São aspectos definidos bem antes do cruzamento em si. Algumas características são analisadas e buscadas no programa de melhoramento de arroz da Epagri, tais como: materiais tolerantes à ferro e ao acamamento, com resistência às doenças, resistência ao frio no est dio reprodutivo de microsporog nese e ao calor, estatura e arquitetura de planta, qualidade dos grãos, colmo forte, perfilhamento e ciclo.

Anualmente são realizados em torno de 520 a 550 cruzamentos no período de janeiro e fevereiro. Em média, uns 15% do total são perdidos por baixa umidade, vento e altas temperaturas, não formando sementes para a etapa F₁. Não é uma tarefa fácil de realizar, sendo necessária prática e paciência dos funcionários e das pessoas envolvidas no processo.

Demanda muito tempo e mão de obra, entretanto é fundamental para dar continuidade ao programa de melhoramento de arroz.

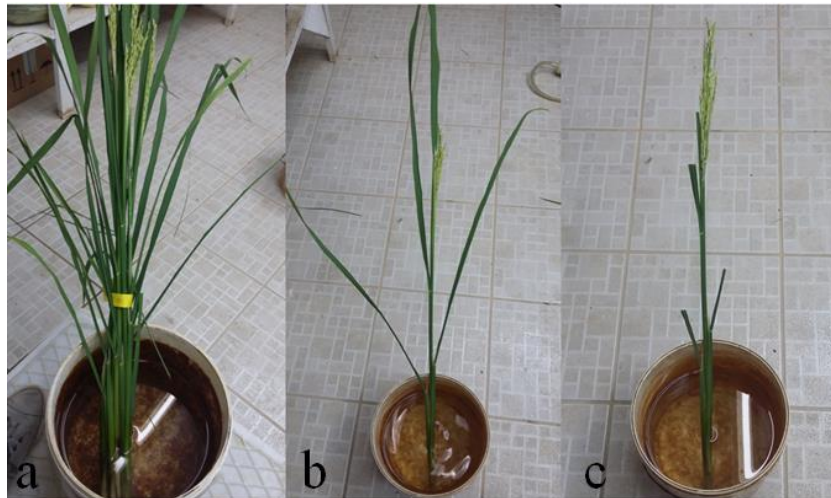
As fontes de variabilidade utilizadas nos cruzamentos são: as cultivares existentes no mercado, seja da própria instituição ou de outra; os materiais do Banco de Germoplasma oriundos do IRRI, CIAT, CPACT (Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado), CNPAF (Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão) e CENARGEN (Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia); e o Banco de Linhagens, materiais que passaram pelo Ensaio Regional, mas que não se tornaram uma cultivar. Na Epagri, a geração F₁ obtida a partir dos cruzamentos são híbridos simples provenientes do cruzamento de duas cultivares, duas linhagens ou uma cultivar e uma linhagem.

Todas as etapas da hibridação foram feitas e acompanhadas no período em que ela foi realizada, desde a escolha dos pais até a polinização e armazenagem das plantas na casa de vegetação.

5.1.2. Emasculação

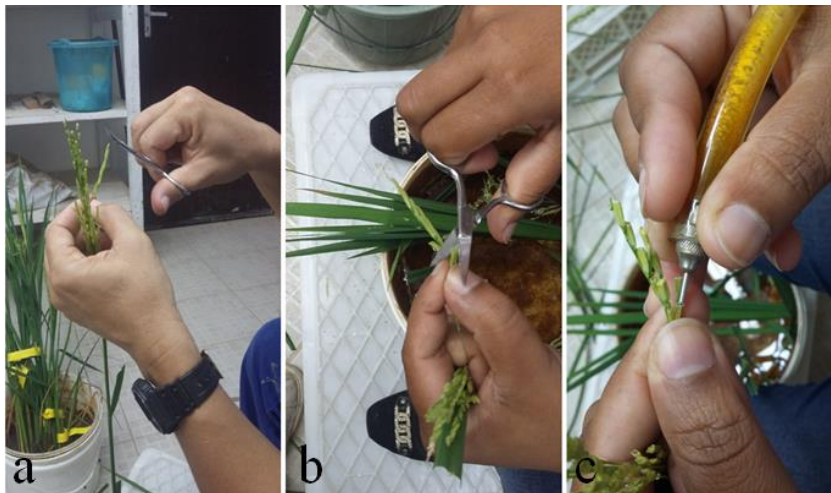
O processo de emasculação consiste em retirar a parte masculina das espiguetas (anteras) na fase anterior à antese. Essa atividade é feita no período da manhã. Nas plantas escolhidas como mãe são coletados perfilhos os quais são identificados, armazenados em baldes de água e levados para uma sala para dar continuidade ao processo (Figura 5). É necessário que o perfilho contenha um pouco de raiz para aumentar a possibilidade da produção das sementes híbridas. Dois terços das folhas são removidos para reduzir a perda de água, a desidratação e os possíveis estresses causados pelo tempo. A seguir são eliminadas com uma tesoura as espiguetas florescidas e fecundadas, assim como as mais jovens. Após essa “toalete” inicial, se procede o corte das espiguetas restantes na panícula para expor as anteras para o processo de emasculação (Figura 6a e b). Este é feito com auxílio de um compressor de ar e uma agulha, a qual “suga” as anteras, removendo-as (Figura 6c).

Figura 5. Perfilhos coletados no campo para emasculação (a), armazenamento em baldes (b) e retirada de um terço das folhas do perfilho (c).



Fonte: Fabrício André Musa

Figura 6. Corte das espiguetas (a e b) e retirada das anteras (c) – Emasculação.



Fonte: Fabrício André Musa

5.1.3. Polinização

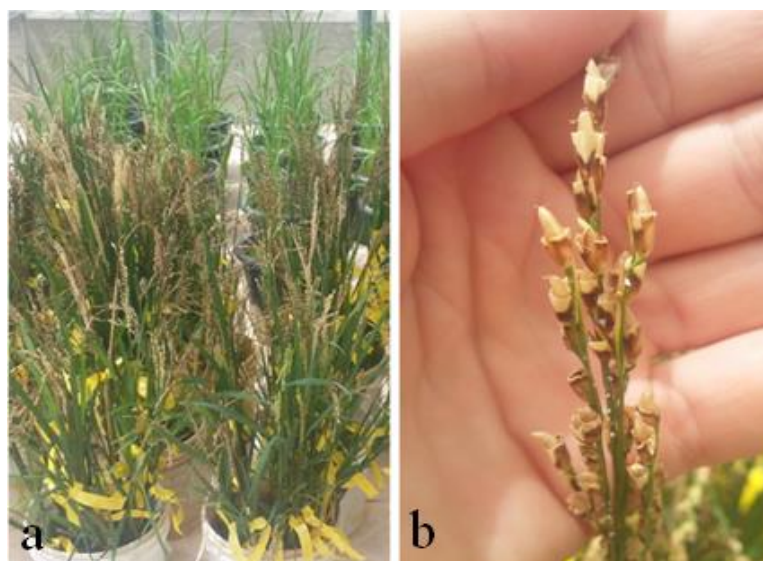
A etapa de polinização é o procedimento em que as plantas escolhidas como mãe e já emasculadas recebem o pólen do material que será o pai. As plantas emasculadas são levadas até a parcela escolhida como sendo o pai no período de abertura e saída das anteras da lema e pálea (fase de antese), quando há a disponibilidade de pólen para acontecer a fecundação do ovário. A liberação do pólen é possível com batidas e mexidas leves nas panículas do pai para que o pólen penetre na espiguetas contendo somente o órgão reprodutivo feminino. O momento preferencial de polinizar e de disponibilidade de pólen ocorre geralmente após as

onze da manhã até o início da tarde (próximo das duas horas da tarde), horário propício para a abertura das espiguetas do arroz.

Após a polinização se replantam os perfilhos mães junto da parcela do pai. Isto é necessário por um período mínimo de algumas horas para aumentar a probabilidade de sucesso da fecundação e formação de sementes. A seguir, os perfilhos são transferidos para baldes com solo e mantidos em casa de vegetação (Figura 7a) com suas respectivas identificações até a formação dos grãos (Figura 7b) e sua colheita. As sementes F_1 são armazenadas na câmara de refrigeração e de baixa umidade. A partir de setembro inicia a semeadura da geração F_1 em um local específico com tela sombrite (telado).

Dias ensolarados com temperaturas maiores de 28°C e menores de 36°C aumentam a percentagem de fecundação, entretanto nem sempre isso acontece. É importante que não ocorram ventos muito fortes, não chova pelo menos umas duas horas após a polinização e preferencialmente não haja precipitação durante o dia.

Figura 7. Após o processo de hibridação, os perfilhos são armazenados em casa de vegetação (a) ocorrendo a formação dos grãos F_1 (b).



Fonte: Fabrício André Musa

5.2. Condução das populações segregantes

A condução das populações segregantes provenientes da hibridação no Programa de melhoramento de arroz da Epagri é realizada pelo Método Genealógico ou Pedigree. É a seleção de plantas segregantes a partir da geração F_2 até a F_4 para posteriormente fazer os ensaios de rendimento (F_5 a F_7) e a produção de sementes (semente genética e básica e as

certificadas de primeira e segunda geração). O período de plantio inicia em setembro com as gerações F_1 e F_2 e seguindo, posteriormente, com as outras etapas até a semente básica. As gerações F_1 a F_4 são semeadas em caixas de plástico e as mudas obtidas transplantadas manualmente no campo. Durante a safra são realizadas anotações e avaliações em todas as etapas até o possível lançamento de uma nova cultivar. As etapas mais avançadas possuem mais requisitos observados e analisados.

Em todos os passos do método foi acompanhado e avaliado florescimento, perfilhamento, incidência de doenças, arquitetura, folha bandeira, formato e altura de planta. Não é realizado nenhum tratamento fúngico em nenhuma geração, possibilitando encontrar plantas resistentes às doenças, principalmente à brusone do arroz.

Anualmente se tem em torno de 450 parcelas de F_1 (sementes originadas dos cruzamentos e dos retrocruzamentos). As sementes são semeadas em setembro em caixas de plástico com solo e, posteriormente, transplantadas manualmente em linha com no máximo 10 sementes de cada cruzamento. O plantio é realizado em uma estrutura de telado. Avalia-se a época de florescimento, o desenvolvimento e as outras características importantes como perfilhamento, colmo forte, ciclo, doenças, vigor, etc.

A segregação genética inicia na geração F_2 , a qual apresenta, em média, 350 populações por ano. O tamanho da área muda dependendo de tempo e mão de obra disponível. Nesse ano de 2016, cada população compreendeu uma área de 7,5 m² (2,5m x 3m) com espaçamento de 0,30m entre linhas e 0,25m entre plantas (10 linhas e 10 plantas por fila). A escolha das plantas F_2 que darão origem à geração F_3 é feita de acordo com a avaliação das seguintes características fenotípicas: ciclo, estatura, arquitetura de planta, perfilhamento, colmo forte, doenças e sanidade nas plantas, tipo e número de grãos por panícula. É anotada a data de florescimento, a data de plantio e de colheita para verificar o ciclo, além da incidência de brusone nas folhas e panículas. Atualmente, as progênies selecionadas em F_2 (Figura 8) têm as características de colmo forte, ciclo mais precoce, bom perfilhamento, arquitetura de planta ideal para o programa, estatura de planta menor ou parecida com as cultivares, entre outras. Essas características nem sempre são encontradas juntas em somente uma planta na geração, entretanto quanto mais características a planta tiver melhor. É fundamental que a escolha das plantas individuais seja bem feita, pois o restante da seleção dos materiais depende desta etapa.

Figura 8. Seleção (a) e armazenamento em pacotes (b) das plantas selecionadas na geração F₂.



Fonte: Fabrício André Musa

Na geração F₃ (Figura 9) se busca selecionar e avaliar as plantas com as características já mencionadas anteriormente, todavia outras avaliações são feitas como o teste de gesso (presença ou não de centro branco) e o de produtividade. Todos os anos têm, em média, 250 a 280 famílias diferentes no total. As parcelas são de 1,5m x 2,5m com cinco linhas e cada uma com 10 plantas.

Figura 9. Segregação entre e dentro das parcelas da geração F₃.



Fonte: Fabrício André Musa

Plantas que apresentam características agronômicas desejáveis são selecionadas e, neste caso, as três linhas centrais são colhidas (Figura 10) para obter uma estimativa do rendimento de grãos da família.

Figura 10. Parcela F3 com as três linhas centrais colhidas para analisar o rendimento de grãos.



Fonte: Fabrício André Musa

Na geração F₄ são plantados, em média, de 150 a 180 famílias. O tamanho da parcela e a forma de seleção são os mesmos que na geração F₃, porém são realizados outros testes tais como: toxidez de ferro, rendimento de engenho (grãos inteiros, quebrados e renda), teste de gesso, e observação da aparência dos grãos (comprimento x largura x espessura).

À medida que as gerações avançam no método genealógico, a segregação vai diminuindo, porém em F₅ a F₇ pode ainda ocorrer segregação. Na condução das populações segregantes, acompanhou-se e selecionou-se plantas das gerações F₂ e F₃ conforme as características desejadas. Também, foram realizadas anotações da época de florescimento, incidência de brusone, segregação de ciclo e de estatura das plantas e as outras características importantes nas gerações de F₂ a F₄.

5.3. Ensaio de Rendimento

Os ensaios de rendimento compreendem as etapas de Avaliação Preliminar (F₅), Avaliação Avançada (F₆) e Avaliação Regional: Regional 1 - F₇; Regional 2 - F₈; e Regional 3 - F₉. Os ensaios são realizados em duas áreas diferentes, uma semeada no sistema pré-germinado e outra transplantada manualmente com plantas individuais como o caso das gerações anteriores. A transplantada serve para comparar a segregação e analisar as características avaliadas (estatura, ciclo, perfilhamento) entre as parcelas, assim como para multiplicação de sementes. Já a semeada no pré-germinado possibilita avaliar a produtividade e o acamamento (Figura 11) do material.

Figura 11. Parcela pré-germinada F6 totalmente acamada.



Fonte: Fabrício André Musa

A avaliação preliminar (F₅) tem, em média, de 100 a 120 famílias ao todo com três ou quatro testemunhas. Esses materiais são plantados nas duas áreas. O tamanho da área transplantada é de 1,5m x 2,5m com 5 linhas e 10 plantas por fila. O pré-germinado tem uma área de 7,5 m² (2,5m x 3m) com área útil para análise de produtividade de 4,5m². Não existe repetição da área pré-germinada. Outros testes são realizados além daqueles já feitos nas outras gerações como a medição do comprimento, da largura e da espessura dos grãos.

A avaliação avançada (F₆) tem, em geral, de 30 a 50 famílias com 3 a 4 cultivares como testemunha. Nessa etapa é realizado o teste de qualidade dos grãos, ou seja, tempo de cozimento, aparência dos grãos cozidos, amilose (soltabilidade), volume após o cozimento, odor, sabor/ gosto e teste de parbolização e de polimento. O tamanho das parcelas semeadas e transplantadas é igual à etapa anterior. Existem três repetições na área semeada, possibilitando melhor análise de produtividade do material.

A avaliação Regional que agrupa as fases 1, 2 e 3 normalmente possui uns 20 genótipos ao todo sendo avaliados em cada fase. Nesse momento, os genótipos são denominados linhagens e recebem a identificação SC com um determinado número, sendo avaliados em duas áreas distintas, descritas a seguir.

- Semente Genética: área de diferentes tamanhos dependendo da linhagem (Figura 12). O transplante das mudas é manual, uma a uma. Poucas progênes colhidas na F₆ transplantada darão origem a essa área. As sementes destas dão origem à semente básica. Essas parcelas consistem em um esquema inicial de produção de sementes para fornecer e ter sementes para a Acapsa, caso o material seja lançado.

Figura 12. Observação das linhagens avaliadas na área da semente genética do ensaio regional.



Fonte: Fabrício André Musa

- Ensaio Regional: área pré-germinada com três repetições em cada local. Possui um tamanho de 4 x 5m com uma área útil de teste de produtividade de 2m². Os genótipos devem apresentar alta adaptabilidade e estabilidade nos cinco locais em que são cultivados, expressando, assim, elevada produção de grãos, associada a caracteres agrônômicos de interesse, como boa qualidade industrial e resistência a estresses bióticos e abióticos.

Os ensaios regionais equivalem aos ensaios de Valor Comercial de Uso (VCU) com o objetivo de registrar as linhagens e iniciar a proteção das cultivares para um possível lançamento do cultivar. Para isso, é necessário que esse material seja plantado por, no mínimo, dois anos em três locais diferentes ou em três anos em dois locais. Na Epagri, a semeadura ocorre em cinco regiões estratégicas, levando em conta as variações de clima e de solo. Os locais abrangem as regiões produtoras do Estado sendo escolhidos os seguintes municípios: Massaranduba, Turvo, Pouso Redondo (Figura 13), Itajaí e Rio do Campo. Sempre são utilizadas cultivares conhecidas, como testemunha.

Figura 13. Avaliação das parcelas dos ensaios de valor comercial e uso (VCU) em Pouso Redondo, SC.



Fonte: Fabrício André Musa

Foi acompanhada e avaliada a descrição obrigatória mínima de arroz exigida pelo MAPA para a proteção da cultivar com informações da cultura e outros dados complementares. É realizado o teste DHE para analisar a distinguibilidade, a homogeneidade e a estabilidade do material. A distinguibilidade consiste em mostrar e identificar as diferenças da linhagem para as cultivares. A homogeneidade tem papel fundamental em verificar uma variabilidade mínima quanto aos descritores que a identifiquem e a estabilidade em ver se mantém a homogeneidade através de gerações sucessivas.

Nas localidades produtoras de arroz de Santa Catarina, são conduzidas as Unidades Demonstrativas em mais de vinte locais diferentes com as nove cultivares mais plantadas da Epagri. Esses experimentos possibilitam que os produtores possam ver o andamento e o comportamento das variedades nas suas respectivas regiões.

Além disso, há as Unidades de Observação, nas quais são avaliadas as linhagens promissoras em etapas finais de seleção com possíveis chances de se tornarem cultivares em regiões estratégicas de SC. Nesse ano, foram instaladas em três locais: Rio do Campo com quatro linhagens; Mirim Doce com as mesmas quatro; e Mirim Doce com vinte e duas linhagens.

Assim como na condução de populações, foram efetuadas anotações referentes à época de florescimento, à segregação de ciclo e estatura das parcelas e à incidência de brusone. Além disto, foi anotada a ocorrência de acamamento e observada a colheita das parcelas para teste de produtividade e a colheita de progênies para as próximas gerações do método genealógico.

5.4. Produção de sementes

O padrão e as normas estabelecidos para a produção de sementes são ajustados de acordo com a Epagri e a Acapsa visando melhorar e ter mais qualidade nas sementes de arroz irrigado de Santa Catarina.

Na produção de sementes foi acompanhada apenas a etapa da semente genética. Observou-se e analisou-se a pureza das linhagens e das cultivares, retirando plantas diferentes da parcela, além de anotações das características importantes para avaliação das linhagens promissoras a um possível lançamento como cultivar. Além disso, houve participação em um dia de campo na abertura da colheita de sementes de arroz da Acapsa.

5.4. Outras atividades vinculadas ao Projeto Arroz

Foram vistas as seguintes atividades dentro do projeto arroz com o intuito de aprender mais sobre a cultura: observação das características importantes no melhoramento de arroz dos tipos especiais (pericarpo colorido, baixo teor de amilose e aromáticos); observação do andamento inicial do experimento do teste de tolerância ao ferro; acompanhamento do teste de salinidade nas cultivares pela análise de taxa fotossintética pelo aparelho IRGA (Infra Red Gas Analise) e visualização e avaliação dos sintomas característicos; verificação da rentabilidade e produtividade em experimentos de solo; visitas analisando e avaliando os ensaios regionais, as unidades de demonstração e as de observação; dias de campo em Turvo na abertura da colheita da semente de arroz e na Estação Experimental do Projeto Arroz e participação no monitoramento e no controle das pragas da cultura.

6. DISCUSSÃO

O Projeto Arroz da Epagri de Itajaí possui uma excelente equipe técnica. Em todas as áreas, assim como na do melhoramento genético de arroz, existe um empenho e dedicação de todos os envolvidos. Os trabalhos são realizados com a vontade e o objetivo de conseguir lançar novas cultivares em todos os anos. A necessidade de fazer as atividades de manejo e de melhoramento de arroz escolhendo, avaliando e trabalhando no campo não são empecilhos para a equipe.

No entanto, observou-se algumas diferenças entre o método genealógico descrito na literatura e o praticado na Epagri. Como mencionado anteriormente, o método genealógico está baseado na seleção de plantas individuais (ALLARD, 1971; FEHR, 1987). Na Epagri a seleção também está baseada em plantas que são escolhidas nas parcelas F_2 e famílias F_3 e F_4 , porém nestas duas gerações o restante da parcela é colhido para ter uma estimativa de produtividade. Estas avaliações de rendimento em F_3 e F_4 são essenciais para identificar as melhores famílias e, conseqüentemente, levar para a próxima geração progênies destas famílias.³ Contudo, uma vez que o método é baseado na seleção de plantas individuais, tais avaliações de rendimento perdem o sentido. De fato, conforme Acquaah (2007), somente as plantas da geração F_5 e as seguintes gerações futuras são suficientemente homocigotas para justificar a realização dos ensaios de rendimento.

Atualmente, as áreas totais destinadas às etapas do método genealógico foram reduzidas pela menor disponibilidade de mão de obra. Em comparação com anos anteriores, as parcelas destinadas às diferentes gerações eram maiores, principalmente as das gerações F_2 e F_3 . O menor tamanho das parcelas F_2 e F_3 diminuiu a quantidade de plantas entre as quais selecionar, porém, segundo os pesquisadores responsáveis, está é a realidade atual. Essa diminuição de mão de obra é ocasionada pela aposentadoria de funcionários e pesquisadores da Epagri e a menor ocorrência de concursos para substituição destes.

Para tentar suprir um pouco essa dificuldade, foi adquirida uma colhedora de parcelas por intermédio do Governo Federal e com o incentivo e a concordância da diretoria executiva da Epagri, situada em Florianópolis. Essa máquina agrícola possibilita um maior rendimento operacional na colheita das parcelas, diminuindo a necessidade de mão de obra para essa tarefa. O fato de colher as parcelas das gerações F_3 e F_4 com uma colhedora com menos funcionários envolvidos e sem a necessidade de trilharem os grãos das panículas possibilita um grande avanço no processo do melhoramento de arroz da Epagri. A maior rapidez e agilidade que se obterá com esse equipamento facilita e ajuda a resolver esse problema da falta de pessoas no Projeto Arroz. No entanto, existirá a necessidade de readequar os tamanhos das parcelas e dos talhões para tornar efetivo e vantajoso o uso da colhedora de parcelas. Conforme o que foi discutido anteriormente, pode-se questionar a necessidade da compra de tal equipamento, uma vez que, pelo método genealógico, a seleção é baseada em plantas individuais sem a necessidade de colheita de parcelas em gerações segregantes. Todavia, a colhedora será útil nos ensaios de rendimento e produção de sementes.

³ Informações pessoais do pesquisador Rubens Marschalek do Projeto Arroz, em Itajaí- SC. Fevereiro 2016.

A aquisição deste equipamento, porém, não resolve a falta de mão de obra para as outras atividades, principalmente a semeadura e plantio das mudas. A quantidade de pessoas envolvidas no melhoramento de arroz não é suficiente para realizar essa tarefa e outras que demandam muita mão de obra em caso de aumento das parcelas das gerações segregantes. De fato, segundo vários autores (FEHR, 1987; ACQUAAH, 2007; BORÉM, 2013), esse método genealógico exige muita mão de obra qualificada e campo experimental quanto comparado a outros métodos usados em espécies autógamas. Sendo assim, pela escassez de mão de obra, talvez pudessem cogitar utilizar outro método para a condução das gerações segregantes.

Este ano foi bem atípico para a produção de arroz, havendo um maior período de precipitação e menor insolação solar, principalmente na semeadura ou plantio das mudas e no início do crescimento e desenvolvimento da cultura. Isso pode prejudicar a escolha e seleção dos materiais segregantes, pois possibilita haver diferenças no comportamento fenológico dos materiais pela ocorrência da interação do ambiente com o genótipo. Segundo Fehr (1987), deve-se cuidar para que as escolhas das progênes apresentem a expressão das características desejadas mesmo em ocorrência de ambientes adversos.

Algumas parcelas do ensaio regional tiveram seus estandes prejudicados, fazendo com que o tamanho da área para o teste de rendimento de grãos fosse bem menor do que o normal. Além disso, em algumas parcelas nem foi possível fazer o teste de rendimento, diminuindo o número de avaliações das três repetições para cada linhagem.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio de melhoramento de arroz na estação experimental da Epagri de Itajaí foi fundamental para o aprendizado pessoal e profissional. Poder conhecer e entender melhor como funciona uma instituição pública de pesquisa e desenvolvimento rural é de grande valia para o aprendizado de qualquer acadêmico. Foi muito importante estagiar na Epagri de Itajaí, pois possibilitou aprender e colocar em prática os ensinamentos adquiridos em sala de aula, assim como ter a oportunidade de ver e analisar como é a realidade de um programa de melhoramento. Também, pode se observar as limitações e facilidades encontradas no Projeto Arroz da unidade da Epagri de Itajaí.

Oportunidades como esta possibilitam não apenas conhecimentos profissionais, mas também aprender a conviver com pessoas de diferentes culturas, idades, grau de escolaridade

e comportamentos sociais. A convivência com outras pessoas em um local onde a cultura é um pouco diferente da que conhecemos faz com que evoluamos como pessoa.

Aprender um pouco mais sobre o melhoramento vegetal, uma área específica, mas tão promissora e importante para a agricultura, possibilita pensar no futuro. Poder ver o dia a dia do trabalho dos melhoristas, entendendo o que é e como funciona realmente o trabalho desses profissionais dá a idéia e oportuniza pensar em continuar na área acadêmica. O estágio tornou possível aprender e aprofundar os conhecimentos sobre a cultura de arroz, observando os seus processos de cultivo e de produção, verificando na prática alguns manejos e técnicas utilizadas no plantio dessa espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACQUAAH, G. **Principles of plant genetics and breeding**. Oxford: Blackwell publishing, 2007. 569 p.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro: Edgar Blucher: USAID, 1971. 381p.
- AZAMBUJA, I. H. V. et al. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr. A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 23 - 44.
- BEDIN, F. A. **Ecologia da paisagem como subsídio para implantação do parque municipal da ressacada em Itajaí, SC**. 2013. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Francieli%20Andrea%20Bedin.pdf>>. Acesso em: 13 março 2016.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 6 ed. ver. e ampl. Viçosa: UFV, 2013. 523p.
- EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M. A. (Orgs.). **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (sistema pré-germinado)**. Florianópolis: Epagri, 2015. 92 p.
- EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 745 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46).
- EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2002. 273p.
- EPAGRI. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina em 2014/2015**. Florianópolis, Epagri/Cepa, 2015. 154 p.
- EPAGRI. **A Empresa**. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=5767>. Acesso em: 21 fevereiro 2016a.
- EPAGRI. **Mapa das principais estruturas da Epagri no Estado**. Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br/aplicacoesWebsite/guiaGerencial/mapaIndicadores/MapaGerencias.jsp?cdUnidade=17&cdMunicipio=4427>>. Acesso em: 25 fevereiro 2016b.
- EPAGRI. **Histórico da Estação Experimental de Itajaí**. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=2030>. Acesso em: 27 fevereiro 2016c.
- FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. Macmillan Publishing Company: New York. 1987. 536 p.
- IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. [2004]. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/vegetacao.pdf>. Acesso em: 3 março 2016.

IBGE. **População estimada de Itajaí em 2015**. [2011] Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=420820&search=santa-catarina|itajai>>. Acesso em: 5 março 2016.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos municípios do Brasil**. [2012]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2012/default.shtm>>. Acesso em: 4 março 2016.

MARSCHALEK, R. et al. **Melhoramento genético de arroz irrigado em Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense. Florianópolis. v. 21. p. 54 – 56. 2008.

MUNICÍPIO DE ITAJAÍ. **Caracterização do município de Itajaí**. Disponível em: <<http://www.itajai.sc.gov.br/>>. Acesso em: 7 março 2016.

ONU. **Ranking IDH municípios 2010**. [2010]. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx>>. Acesso em: 1 março 2016.

PANDOLFO, C. et al. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2002. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/portal/agricultura/atlasClimatologico/atlasClimatologico.pdf>. Acesso em: 11 fevereiro 2016.

REBELO, J. A. **A Estação da Sesmaria de Drumond**. Florianópolis: Epagri, 2011. 192 p.

SOUZA, N. M. **Tolerância a baixas temperaturas na fase de microsporogênese em genótipos de arroz irrigado**. 2015 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

TERRES, A. L. S. et al. Melhoramento genético e cultivares de arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr. A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2004. p. 161 – 236.

VIEIRA, J. et al. **A hibridação no melhoramento genético de arroz irrigado em Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense. Florianópolis. v. 20. p. 43 – 46. 2007.

WIKIPÉDIA. **Mapa de localização do município de Itajaí**. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Itaja%C3%AD>>. Acesso em: 3 fevereiro 2016.

ANEXOS

ANEXO A – Lista das 29 cultivares lançadas pelo melhoramento de arroz da Epagri.

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| 1. Empasc 100 | 16. SCS116 Satoru |
| 2. Empasc 101 | 17. SCS117 CL |
| 3. Empasc 102 | 18. SCS118 Marques |
| 4. Empasc 103 | 19. SCS119 Rubi |
| 5. Empasc 104 | 20. SCS120 Ônix |
| 6. Empasc 105 | 21. SCS121CL |
| 7. Epagri 106 | 22. Tereré |
| 8. Epagri 107 | 23. Sabbore |
| 9. Epagri 108 | 24. Qualitá |
| 10. Epagri 109 | 25. Piracema |
| 11. SCSBRS 111 | 26. SCS Pantaneira |
| 12. SCS 112 | 27. Caisy-50 (Bolívia) |
| 13. SCSBRS Tio Taka | 28. Itacaabó 105 (Argentina) |
| 14. SCS114 Andosan | 29. Itacaabó 110 (Argentina) |
| 15. SCS115 CL | |