



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA



CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado em Santa  
Catarina

Marcos Olivo Machado

Florianópolis

Junho/2013

Marcos Olivo Machado

Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado em Santa  
Catarina

Relatório de estágio apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Rubens Onofre Nodari

Supervisor: Rubens Marschalek

Empresa: Epagri – E.E.I.

Florianópolis-SC

2013

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família, por sempre me incentivarem a prosseguir e a atingir todos os meus objetivos. Aos meus futuros colegas de profissão que proporcionaram momentos inesquecíveis durante a graduação, e a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação profissional.

## **RESUMO**

O estágio foi realizado na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), na Estação Experimental de Itajaí. O período de estágio foi de 14 de janeiro a 19 de março de 2013, totalizando 360 horas de serviços. Os trabalhos se concentraram no Programa de Melhoramento Genético do Arroz Irrigado, com o objetivo de acompanhar os processos envolvidos, ou parte deles, já que são necessários, aproximadamente 13 anos de pesquisa, no lançamento de uma nova cultivar. O método genealógico é o mais utilizado na Empresa, que já lançou um total de 21 cultivares de arroz irrigado, utilizadas não só no estado de Santa Catarina, como também em outros estados brasileiros.

Palavras-chave: Método genealógico, Epagri, Arroz Irrigado.

## **ABSTRACT**

The stage was held at Company Agricultural Research and Rural Extension of Santa Catarina (Epagri) at the Experimental Station of Itajai. The probationary period was January 14 to March 19, 2013, totaling 360 hours of service. The work focused on the Genetic Improvement Program of irrigated rice, in order to monitor the processes involved, or part of them, as they are needed, approximately 13 years of research, the launch of a new variety. The genealogical method is the most used in the company, which has launched a total of 21 rice cultivars, used not only in the state of Santa Catarina, as well as in other states.

Keywords: Genealogical method, Epagri, Irrigated Rice.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....	6
3. OBJETIVOS .....	7
3.1. Objetivos Gerais .....	7
3.2. Objetivos Especificos .....	7
4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....	8
4.1. Introdução De Germoplasma .....	10
4.2. Mutação .....	11
4.3. Hibridação Controlada.....	12
4.3.1 Emasculação.....	15
4.3.2 Polinização.....	16
4.4 Haplodiploidização .....	17
4.5. Seleção De Progênies.....	18
4.6. Lançamento de Nova Cultivar .....	21
5. CONCLUSÕES.....	23
6. REFERÊNCIAS:.....	24

## 1. INTRODUÇÃO

O momento em que o acadêmico coloca em prática os ensinamentos recebidos durante a graduação é onde se encontra o estágio. Desta forma então, indispensável para a formação profissional e pessoal, visto que há o envolvimento com grande número de pessoas, com conhecimentos e experiências distintas, dispostos a transmiti-los com respeito e profissionalismo.

O estágio de conclusão de curso foi realizado na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, dentro da Estação Experimental de Itajaí (Epagri – EEI), mais precisamente no Programa de Melhoramento Genético do Arroz Irrigado (*Oryza sativa* L.). O período foi de 14 de janeiro a 19 de março de 2013, com a duração de 40 horas semanais, totalizando 360 horas.

Como professor orientador do estágio de conclusão, Dr. Rubens Onofre Nodari do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, e como supervisor na empresa, o Eng.-agr., Dr. Rubens Marschalek, melhorista do Projeto Arroz da Epagri – EEI.

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 158 milhões de hectares (EPAGRI, 2012).

O consumo médio mundial de arroz é de 60 kg/pessoa/ano, sendo que os países asiáticos, onde são produzidos 90% desse cereal, apresentam as médias mais elevadas, situadas entre 100 e 150 kg/pessoa/ano. Na América Latina, são consumidos, em média, 30 kg/pessoa/ano, destacando-se o Brasil como grande consumidor (45 kg/pessoa/ano) (EPAGRI, 2012).

Atualmente, o arroz é a cultura com maior potencial de aumento de produção e responde pelo suprimento de 20% das calorias consumidas na alimentação de pessoas no mundo. Em decorrência, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar (EPAGRI, 2012).

O Brasil, com uma produção anual entre 11 e 13 milhões de toneladas de arroz nas últimas safras, participa com cerca de 82% da produção do Mercosul, seguido pelo Uruguai, Argentina e, por último, o Paraguai, que já representa 2% do total produzido pelo bloco (EPAGRI, 2012).

Apesar do sensível aumento na produção mundial de arroz beneficiado na safra 2012/2013 (Tabela 1), houve uma redução no estoque, causado principalmente pelo aumento do consumo, que deverá superar ligeiramente a produção (Tabela 2).

**Tabela 1.** Arroz beneficiado – Produção e principais países produtores – Safras 2006/7 – 2012/13.

Discriminação	Saфра					
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Mundo	433,75	448,07	442,69	449,37	463,94	465,08
China	130,22	134,33	136,57	137,00	140,70	141,00
Índia	96,69	99,18	89,09	95,98	103,40	100,00
Indonésia	37,00	38,31	36,37	35,50	36,30	36,90
Vietnã	24,38	24,39	24,99	26,37	26,74	26,88
Tailândia	19,30	19,85	20,26	20,26	20,46	21,05
Burma	10,73	10,15	11,64	10,53	10,82	11,00
Filipinas	10,48	10,60	9,77	10,54	10,64	10,80
Brasil	8,20	8,57	7,93	9,30	7,86	8,67
Japão	7,93	8,03	7,71	7,72	7,65	7,36
USA	6,34	6,40	7,13	7,59	5,87	6,09

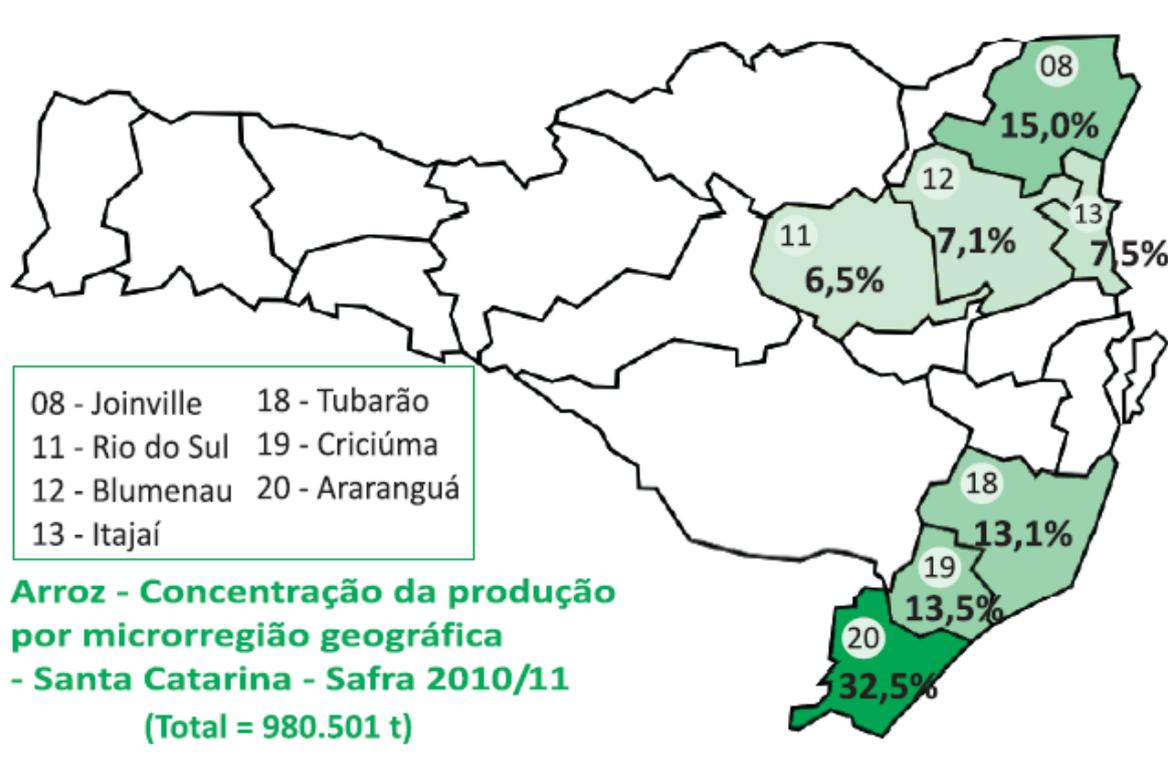
Fonte: Usda – Abril e julho de 2012.

**Tabela 2.** Arroz beneficiado – Balanço de oferta e demanda mundiais – Safras 2006/7 – 2012/13.

Discriminação	Saфра						
	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Estoque inicial	75,68	74,90	80,61	91,70	95,17	98,63	104,39
Produção	420,43	433,75	448,07	442,69	449,37	463,94	465,08
Importação	28,52	29,31	27,15	28,05	32,71	33,53	32,81
Consumo	421,21	428,22	436,87	440,07	445,91	458,38	466,74
Exportação	31,32	31,12	28,91	31,37	34,75	35,27	36,96
Estoque final	74,90	80,61	91,70	95,17	98,63	104,39	104,16

Fonte: Usda – Abril e julho de 2012.

O arroz irrigado em Santa Catarina possui grande importância econômica e social, ocupando uma área de quase 150 mil hectares, sendo cultivado em mais de 11 mil propriedades rurais localizadas em 83 municípios (EBERHARDT, D.T.;SCHIOCCET, M.A.).



**Figura 1.** Concentração da produção por microrregião geográfica – Santa Catarina – Safra 2010/11

A redução da área de plantio, unida a redução da produtividade resultou numa queda de 14,8% na produção de arroz no Brasil na safra 2011/12 (Tabela 3). Com 49% da área brasileira, a produção do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, somada, representou 77,2% da produção do país. Isso se deve ao fato de que os dois estados produzem, quase exclusivamente, na forma irrigada, cujas produtividades são superiores às do sequeiro.

**Tabela 3.** Arroz em casca – Área plantada, produção e rendimento – Brasil e principais estados produtores – Safras 2007/08 – 2011/12.

Discriminação	Safr				
	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
<b>Área plantada (mil ha)</b>					
Brasil	2.869	2.905	2.778	2.759	2.409
Rio Grande Sul	1.066	1.111	1.101	1.171	1.038
Santa Catarina	153	149	150	151	149
Maranhão	467	473	482	469	438
Mato Grosso	240	281	235	206	141
Tocantins	156	128	138	128	111
<b>Produção (mil t)</b>					
Brasil	12.061	12.651	11.236	13.444	11.453
Rio Grande Sul	7.336	7.978	6.875	8.942	7.736
Santa Catarina	1.018	1.034	1.042	943	1.097
Maranhão	686	609	590	708	468
Mato Grosso	683	793	687	655	456
Tocantins	421	376	447	458	339
<b>Rendimento médio (kg/ha)</b>					
Brasil	4.204	4.355	4.044	4.872	4.755
Rio Grande Sul	6.885	7.183	6.243	7.636	7.453
Santa Catarina	6.649	6.944	6.925	6.539	7.356
Maranhão	1.467	1.289	1.225	1.509	1.067
Mato Grosso	2.846	2.824	2.920	3.184	3.226
Tocantins	2.688	2.941	3.243	3.577	3.059

<sup>(1)</sup> Safras 2010/11 e 2011/12: dados preliminares sujeitos a retificação.

Fonte: IBGE. Produção Agrícola Municipal (2008-2010) e LSPA – junho/2012.

Segundo este panorama, fica claro que, qualquer programa de melhoramento genético de plantas visa obter variedades que permitam a máxima obtenção do produto final, colhido e processado, de alta qualidade, segundo as exigências de mercado, e com o mínimo custo unitário (BORÉM, 2005).

Os objetivos do programa visam atender ao produtor, ao industrial e ao consumidor. São oferecidas ao produtor, cultivares, sementes e tecnologia de controle de plantas daninhas, doenças, pragas, adubação e manejo adequado

ao sistema pré-germinado. À indústria e consumidor são criadas as variedades de arroz de alto rendimento industrial e qualidade, produzidas com a melhor tecnologia(Acapsa).

Foram criadas e recomendadas para cultivo em Santa Catarina, 19 (dezenove) cultivares de arroz irrigado. Estas cultivares, possibilitaram o incremento de mais de 300% na produtividade das lavouras. E o destaque nacional para o Estado, como o primeiro em eficiência de uso da terra, com mais de 7.500 kg de arroz por hectare como média estadual. Há registro de mais de 14.500 kg de arroz por hectare em algumas regiões catarinenses (Acapsa).

A produção de sementes de alta qualidade possibilitou o atendimento da demanda por sementes dos produtores catarinenses e a disseminação das cultivares catarinenses, para todos os estados da federação que cultivam arroz irrigado, e para vários países da América Latina.

## **2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA**

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), vinculada ao Governo do Estado por meio da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, surgiu em 1991, com a unificação da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (Empasc), a Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina (Acaresc), a Associação de Crédito e Assistência Pesqueira de Santa Catarina (Acarpesc) e o Instituto de Apicultura de Santa Catarina (Iasc).

Está localizada na Rodovia Antonio Heil, km 6, no bairro Itaipava, na cidade de Itajaí. Na Estação Experimental existem pesquisas na área de fruticultura tropical, piscicultura, olericultura e também arroz irrigado no sistema pré-germinado.

No ano de 2005, o Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina (Instituto CEPA/SC) também se uniu à Empresa, de modo que no mesmo ano, a Assembleia de Acionistas aprovou a transformação da Epagri em empresa pública.

Deste modo, a empresa trabalha no âmbito de difundir o uso de novas tecnologias, através da extensão rural para que haja um desenvolvimento sustentável no campo. Com o auxílio da extensão rural e de cursos profissionalizantes aos pequenos e médios produtores, a Epagri visa à melhoria da qualidade de vida do meio rural e pesqueiro, promovendo a preservação, recuperação, conservação e utilização sustentável dos recursos naturais.

Dentro da E.E.I., que é responsável por um terço das atividades de pesquisa científica da Epagri, funcionam laboratórios de biotecnologia, biologia molecular, plantas bioativas, fitopatologia, entomologia, sementes florestais, entre outros. E, vinculada às instituições do setor público e privado, desenvolvem projetos e trabalhos conjuntos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivos Gerais**

Associar o aprendizado teórico obtido em sala de aula na universidade, com os trabalhos no Programa de Melhoramento Genético do Arroz Irrigado, desde o cruzamento entre diferentes famílias, até o lançamento das cultivares.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Híbridações
- Avaliação e seleção de progênies
- Resistência às doenças
- Avaliação de plantas de arroz tolerantes a baixas temperaturas

#### **4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES**

As atividades desenvolvidas no período de estágio concentraram-se no Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado, desenvolvido e posto em prática por um grupo de pesquisadores, com o apoio de funcionários tecnicizados para realizar os trabalhos a campo, o que designa muita responsabilidade e conhecimento na área, principalmente em relação à morfologia das plantas de arroz. Esta responsabilidade se dá pela importância de se manter a pureza genética das sementes genéticas e básicas de arroz produzidas pela Epagri.

O atual Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado em Santa Catarina iniciou em 1976, na Estação Experimental de Itajaí (Empasc), havendo sido antecedida pelo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Sul – Ipeas - (MA)/Estação Experimental de Urussanga, em 1970. Desde então foram lançadas 22 cultivares para cultivo em Santa Catarina, o que foi decisivo para elevar a produtividade no Estado. Estas cultivares são plantadas em cerca de 95% da área de arroz irrigado do Estado, tendo seu cultivo disperso também por outras regiões orizícolas do País, alcançando inclusive outros países, como Paraguai, Argentina, Bolívia e Venezuela (Marschalek et al., 2008).

Através da seleção de plantas de arroz ao longo de vários anos de pesquisa, alguns melhoristas vêm buscando solucionar o problema com as baixas temperaturas noturnas do Alto Vale do Itajaí, utilizando plantas tolerantes. Nas cidades de Rio do Campo e Pouso Redondo, estão instalados experimentos com linhagens que foram selecionadas por apresentar tolerância a baixas temperaturas. A temperatura é um fator de natureza abiótica e imprevisível e, por isso, os efeitos negativos de sua ocorrência sobre o arroz são de difícil controle em nível de manejo, o que torna a tolerância genética das cultivares extremamente importante para estabilizar o rendimento de grãos nas áreas sujeitas à ocorrência de frio (Cruz & Milach).

A produção de semente genética, que é responsabilidade do grupo de melhoristas e da instituição que lançou a cultivar, parte-se apenas de algumas panículas representativas da cultivar. Elas são produzidas a partir de mudas, transplantadas manualmente, a fim de manter a pureza varietal (Epagri, 2002). Já a semente básica resulta da multiplicação da semente genética e é produzida sobre a responsabilidade da entidade de pesquisa. É a semente fornecida aos produtores de sementes comerciais. Por último, a semente certificada que provém da multiplicação da semente genética ou básica e é produzida por produtores credenciados sob as normas e padrões estabelecidos pelo MAPA e Epagri/Acapsa.

Para fins de comparação entre diferentes métodos e situações enfrentadas no melhoramento genético do arroz, neste caso, segundo Breseghello et al. (1999), a cultura do arroz irrigado na Região Nordeste do Brasil vêm crescendo, graças ao grande consumo, e também por permitir o cultivo de duas safras dentro de um ano, devido às condições climáticas favoráveis. Além disso, outra característica de grande impacto é o fato de que a região oferece condições desfavoráveis para o desenvolvimento de doenças fúngicas. O crescimento da produção, fez com que as instituições de pesquisa da Região Nordeste, em cooperação com a Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), avaliassem as melhores linhagens dentro de seus ensaios, com o fim de recomendar novas cultivares.

Entretanto, o ganho genético, em produtividade, foi considerado baixo no período de 1984 a 1993. Este resultado pode ter sido causado pelo pequeno número de genótipos avaliados e também porque a base genética das linhagens avaliadas nos ensaios finais são semelhantes às cultivares atualmente recomendadas.

Tomando como exemplo a situação acima, em outras regiões e utilizando outro sistema de cultivo, de acordo com Soares et al. (1999), em Minas Gerais, a Embrapa – CNPAP, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV) vêm conduzindo, desde 1974, o programa de melhoramento genético de arroz de sequeiro. Como resultado das

pesquisas em conjunto, foram lançadas diversas cultivares que possibilitaram uma produção maior de grãos e também o cultivo do arroz de sequeiro em regiões de altitudes maiores, como nas áreas de chapada, onde existe alta incidência de doenças.

Durante a pesquisa, foram avaliados materiais de ciclo precoce e ciclo médio, com os resultados sendo avaliados dentro de cada grupo. O ganho genético médio dentro do grupo precoce foi de 1,26% e no grupo médio 3,37%, dentro de 21 anos de avaliações, isso mostra que o programa de melhoramento genético em Minas Gerais é bastante eficiente (Soares et al., 1999).

Criar novas cultivares é muito necessário, mesmo que exista material que, no momento, esteja atendendo satisfatoriamente às exigências de determinada região. Pois os caracteres não são imutáveis, principalmente em relação às reações a doenças, o que leva um material resistente a se tornar suscetível ao longo dos anos (Pedroso, 1982).

Há vários métodos de se obter novas cultivares, uns mais rápidos, como as introduções, e outros mais demorados, porém mais eficientes, como a hibridação controlada, que é o mais empregado no mundo (Pedroso, 1982).

Somam a milhares as cultivares existentes em todo o mundo. Sendo o arroz cultivado em todos os continentes, há uma variação muito grande quanto às características das cultivares usada. Em cada local existe cultivares adaptadas às condições de clima, solo, parque industrial e preferência dos consumidores (Pedroso, 1982).

As novas cultivares de arroz irrigado são obtidas através de processos e técnicas de melhoramento que possibilitam aos melhoristas selecionarem os melhores indivíduos através do fenótipo e, mais recentemente, com a ajuda da biotecnologia (marcadores moleculares), diretamente através do genótipo, o que oferece maior segurança, pois a influência ambiental, neste caso, é insignificante. Para tanto, são necessárias duas etapas básicas: a) obtenção de variabilidade genética; b) seleção dos genótipos superiores (Embrapa/CNPAF, 2003).

Variabilidade genética é a essência dos processos evolutivos e dos programas de melhoramento de plantas. Transformações morfológicas e fisiológicas ocorrem nas espécies, aumentando-lhes a capacidade de competir e adaptar-se às constantes mudanças nas condições ambientais. O papel do melhoramento é organizar essa variabilidade em benefício do homem (Guimarães, 1999).

A variabilidade genética é fundamental ao contínuo incremento de produtividade e qualidade de grãos de arroz. Atualmente é notório o estreitamento da base genética do arroz, o que é motivo de grande preocupação para os melhoristas, pois este limita os ganhos genéticos por seleção (Rangel et al., 1996). Os programas de melhoramento têm se concentrado em um número pequeno de genitores. No Brasil, apenas dez ancestrais contribuíram com 68% do conjunto gênico das variedades de arroz cultivadas (Rangel et al., 1996). De acordo com Vieira et al (2007), na Epagri-EEI a variabilidade genética necessária para obtenção das cultivares é obtida por meio da hibridação controlada, mutação induzida e da introdução de germoplasma.

#### **4.1. Introdução De Germoplasma**

A introdução de genótipos procedentes de outras regiões pode contribuir para ampliar a variabilidade genética disponível em caracteres quantitativos na espécie, pode fornecer caracteres qualitativos inexistentes no conjunto gênico com que se está trabalhando, ou pode até resultar em um cultivar para uso direto pelos agricultores, embora isso não tenha ocorrido muitas vezes (Castro et al., 1999).

As introduções de germoplasma no programa de melhoramento de arroz irrigado da Epagri-EEI, são geralmente oriundas do International Rice Research Institute – Irri –, Filipinas, Centro Nacional de Agricultura Tropical – Ciat –, Colômbia, Instituto Agrônomo de Campinas – IAC -, Fundo Latino-americano

para Arroz Irrigado – Flar –, Palmira, Colômbia, Instituto Rio-grandense de Arroz – Irga – e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão – Embrapa/CNPAP. As linhagens são submetidas a avaliações em ensaios denominados valor de cultivo e uso (VCU) em avaliações avançadas na Epagri/EEI e pode ser utilizada diretamente como nova cultivar ou apenas servir como fonte de variabilidade genética (Vieira et al., 2007).

#### **4.2. Mutação**

Mutação é uma alteração morfológica e/ou fisiológica que pode se manifestar em um indivíduo, fazendo com que o mesmo apresente alterações fenotípicas e/ou genotípicas, diferentes do indivíduo original. A alteração genética pode ocorrer naturalmente ou ser provocada por agentes mutagênicos (Pedroso, 1982). Em arroz, especificamente, a maioria das referências citam os raios X e os raios gama como agentes mutagênicos. As sementes de arroz são submetidas a diferentes cargas de radiação, e, após semeadas em condições de campo, onde inicia-se os trabalhos de seleção, procura-se identificar plantas com as características desejadas (Pedroso, 1982).

As linhagens com tolerância a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, foram obtidas através da mutação química induzida. A pesquisa foi realizada na Universidade de Louisiana (EUA) em parceria com a BASF, onde foi desenvolvido o sistema de produção Clearfield® para arroz irrigado, com o objetivo de eliminar o arroz vermelho dos campos de produção, que pertence a mesma família. Hoje a tecnologia é difundida pela Epagri e pelos produtores de sementes associados à Acapsa (Associação Catarinense dos Produtores de Sementes de Arroz Irrigado). Como a tecnologia é patenteada, portanto, royalties são pagos em cada saco de semente, que nesse caso são SCS 117 CL e SCS 115 CL.

Segundo Vieira et al (2007), a mutação induzida nos materiais da Epagri-EEI, são realizadas no Centro de Energia Nuclear Atômica – Cena-USP

– em São Paulo. As sementes são irradiadas com raios gama e as avaliações e seleções são feitas na Epagri-EEI.

Da maneira descrita acima, neste ano de 2013, foi lançada a cultivar SCS 118 Marques, obtida por mutação induzida com a colaboração, em várias etapas, do Laboratório de Melhoramento de Plantas do Cena/USP, que mantém este vínculo com a Epagri há alguns anos. As sementes foram irradiadas com a dose de 250 Gy de raios gama no ano de 2000.

De acordo com os pesquisadores da Epagri, após a irradiação, na safra 2000/2001, iniciaram-se os trabalhos de pesquisa, com a seleção de progênies e no ano agrícola de 2005/2006, tinha-se como resultado uma linhagem com características promissoras, que foi avaliada em cinco regiões orizícolas do Estado de Santa Catarina, durante três anos. Por ter apresentado excelente desempenho agrônômico e industrial, a linhagem foi aprovada e lançada com este nome, em homenagem póstuma a um pesquisador da Epagri.

Trata-se da segunda cultivar de arroz obtida pela Epagri por meio da técnica de indução de mutação, a primeira, denominada SCS 114 Ando San, foi e ainda está sendo cultivada com bastante sucesso, o que se espera que também aconteça com esta nova cultivar.

### **4.3. Hibridação Controlada**

Allard (1960), afirmou que o melhoramento de plantas seguiu no sentido das hibridações planejadas entre tipos parentais cuidadosamente selecionados. Isso porque a amplitude e diversidade das recombinações que podem ser esperadas da hibridação natural, estão limitadas pela semelhança dos tipos que tem maior probabilidade de cruzamento. Nesse sentido, atualmente os métodos de hibridação dominam completamente o melhoramento genéticos das espécies autógamas.

Nos trabalhos de obtenção de novas cultivares, o processo de hibridação controlada é o que tem dado os melhores resultados. É o método mais demorado, mas o mais seguro e eficiente. A grande maioria das cultivares comerciais de arroz existentes no mundo, responsáveis pela grande produção desse cereal, foram obtidas através de hibridação controlada, executada artificialmente com a intervenção do homem (Pedroso, 1982).

A decisão de realizar hibridações artificiais está diretamente ligada aos objetivos propostos pelo programa de melhoramento. Cruzamentos são necessários quando as características desejáveis não se encontram presentes no germoplasma disponível para o programa ou, caso estejam presentes, não se encontram combinadas da maneira desejada no mesmo material (Guimarães, 1999).

Hibridação é o cruzamento fecundo entre indivíduos e tem por objetivo a recombinação alélica, podendo-se transferir características desejáveis de um ou mais genótipos para um outro (Yokoyama & Ishiy, 2002).

De acordo com Borém & Miranda (2005), a diversidade genética dos genitores classifica os cruzamentos em:

- Cruzamento convergente: cruzamento com moderada a baixa variância genética entre os genitores.
- Cruzamento divergente: cruzamento entre genitores bastante contrastantes geneticamente.

Conforme os objetivos do programa de melhoramento e as características do material disponível adapta-se o tipo de cruzamento que seja mais eficiente para atingir o objetivo almejado (Pedroso, 1982). Segundo Borém & Miranda (2005), tipos de cruzamento podem ser classificados como:

- Cruzamento simples: Consiste no cruzamento de dois genitores (A/B).
- Cruzamento duplo: envolve o cruzamento entre dois híbridos simples ([A/B] / [C/D]).

- Cruzamento triplo: cruzamento de um híbrido simples com outro genitor (A/B//C).

- Cruzamento complexo: envolve o cruzamento de quatro ou mais genitores.

- Retrocruzamento: cruzamento de um híbrido simples com um dos genitores recorrentes (A/B//B ou A/B//A).

Uma vez eleitas as matrizes que vão participar dos cruzamentos, as mesmas devem ser semeadas em quantidades suficientes para fornecer o material conforme as necessidades. O mais importante é a coincidência da floração, ou seja, dispor de pólen maduro no momento em que a planta mãe estiver com o estigma receptivo (Pedroso, 1982).

O arroz é uma planta com flores perfeitas (hermafrodita), sendo autógama quanto ao modo de reprodução (autopoliniza-se) (Zanini Neto, 2002), desta forma Vieira et al (2007) afirma que a hibridação controlada é realizada em duas etapas: emasculação e polinização.

#### **4.3.1. Emasculação**

Consiste em retirar os estames utilizando-se um sistema de vácuo produzido por motobomba. Os estames são aspirados através de uma agulha hipodérmica acoplada a uma mangueira ligada á motobomba. São coletados dois a três perfilhos férteis (com raízes) do genitor feminino selecionado, os quais devem estar em estágio anterior à antese. A antese é o processo que se inicia pela abertura da lema e pálea.

Após a coleta dos perfilhos, os mesmos devem ser levados para local protegido de vento para evitar desidratação, e na seqüência procede-se à eliminação (com tesourinha) das espiguetas já florescidas e possivelmente já

fecundadas. Também são eliminadas espiguetas muito jovens, as quais são identificadas por se apresentarem com anteras esbranquiçadas.

A seguir, faz-se o corte de um terço da parte superior de cada espiguetas e retiram-se as anteras com o auxílio da motobomba a vácuo (Vieira et al., 2007).

**Figura 2.** Processo de emasculação em plantas de arroz.



#### **4.3.2 Polinização**

Consiste em promover o contato de grãos de pólen da antera com o estigma, sendo, para isso, necessário que as flores estejam abertas para liberar o pólen. A abertura das flores do arroz, em condições naturais, pode

durar até 2 horas por dia (Coffmann & Herrera, 1980), e segundo Vieira et al (2007) ocorre entre 11 e 14 horas sob condições de temperaturas ideais (25 a 30°C). O pólen é liberado no momento da antese e mantém-se viável por 5 minutos após sua liberação, ao passo que o estigma se mantém fértil por até 5 dias (Coffmann & Herrera, 1980).

No momento de abertura das flores, as panículas emasculadas são colocadas próximas ao genitor masculino em plena floração, e se movimentam cuidadosamente as panículas deste sobre as panículas do genitor feminino a fim de promover a polinização. Conhecendo a viabilidade do estigma, mantêm-se os genitores femininos junto ao masculino por 5 dias para que a ação do vento favoreça a polinização. Após esse período, os perfilhos são retirados da lavoura e transportados até um telado onde permanecem dentro de baldes contendo água e solo durante 30 dias. Depois desse período, as sementes híbridas são colhidas e armazenadas em câmara fria (Vieira et al, 2007).

**Figura 3.** Processo de polinização das plantas de arroz.



#### **4.4 Haplodiploidização**

Segundo Borém (2005), a haplodiploidização é o processo de obtenção de calos via cultura de tecidos haploides e posterior duplicação dos cromossomos de forma espontânea ou induzida, resultando em plantas diploides normais.

Na geração observada nesta safra, as plantas apresentaram porte alto, grãos maiores, comparado ao tamanho exigido pela indústria e também outras características indesejáveis, como a presença de arista no grão. Entretanto, houve uma taxa de segregação muito pequena. Como método de melhoramento, sua maior virtude é a economia de tempo e de trabalho de campo em relação aos métodos anteriores (BORÉM, 2005).

Com esta técnica, é possível realizar cruzamentos geneticamente distantes, o que é de grande importância quando se pretende ampliar a base genética dentro de um programa de melhoramento ou importar genes úteis de espécies selvagens correlacionadas.

#### **4.5. Seleção De Progênies**

No programa de melhoramento da Epagri a hibridação e a mutação têm sido as ferramentas empregadas, sendo a hibridação responsável por 80% das linhagens geradas pelo programa (Vieira et al., 2007).

Segundo Allard (1960), o objetivo da hibridação no melhoramento de espécies autógamas é o de unir os genes desejáveis de genótipos diferentes, num só genótipo. A escolha dos genitores é realizada de acordo com as características individuais de cada planta. O fator de maior importância é a produtividade, porém, características como arquitetura, formato de grão, porte,

entre outros, também são de extrema importância para a seleção de uma planta.

No método genealógico, os tipos superiores são selecionados nas gerações segregantes, sendo mantido um registro de todas as relações entre os progenitores e as respectivas progênes. É através do registro da genealogia, que o melhorista faz as relações entre as famílias selecionadas. Inclusive, anotando características particulares de cada família, o que pode ser útil na decisão de manter ou eliminar determinadas famílias (Allard, 1960).

O método genealógico permite ao melhorista exercitar a sua habilidade na seleção, em um grau mais elevado do que seria possível em qualquer dos demais métodos utilizados em espécies autógamas (Allard, 1960).

**Figura 4.** Seleção de progênes de plantas tolerantes a frio.



Na hibridação controlada, assim como na mutação induzida, é necessário oneroso trabalho de seleção de progênies (plantas individuais) durante três anos (gerações F2, F3 e F4) (Vieira et al, 2007).

As plantas F1 já produzem sementes F2, as quais uma vez semeadas vão constituir a primeira geração segregante. A partir dessa geração segregante começa a seleção de alguma característica agrônômica de interesse para o programa de melhoramento. Por esta razão é importante que o programa de melhoramento possua objetivos bem definidos e o melhorista conheça as características que estão associadas aos diversos fatores desejados nas novas cultivares que se pretende criar (Pedroso, 1982).

O método de melhoramento chamado seleção genealógica tem sido o mais utilizado em arroz. Partindo de uma população F2 de um cruzamento simples ou F1 de cruzamento múltiplo potencialmente útil, o melhorista procede a uma série de seleções, sempre de plantas individuais, abrindo progênies até que a variabilidade dentro delas seja desprezível, o que geralmente ocorre em F6. Daí em diante tem-se linhagens fixadas que são submetidas a ensaios em que se avaliam a produtividade e todos os caracteres agrônômicos relevantes (Castro et al., 1999).

De acordo com Marschalek et al (2008), na Epagri-EEI, as sementes oriundas de hibridação originam as gerações F1, a partir das quais são geradas anualmente cerca de 150 mil plantas F2 e F3, ou seja, aproximadamente 300 famílias F2 e 400 famílias F3. Na geração F2, as plantas são selecionadas fenotipicamente quanto à sua arquitetura, altura, produção, sanidade, tipo de grão, número de grãos nas panículas, entre outras características. As plantas são selecionadas e colhidas individualmente (progênies). Sua genealogia é, através das gerações, cuidadosamente anotada e protocolada.

Na F3 e nas gerações subseqüentes, avaliações mais detalhadas começam a ser feitas em nível de campo, como a produtividade. Todas as plantas F2 e F3 selecionadas e colhidas são reanalisadas anualmente no inverno, quando são verificadas as características de cada planta quanto ao tipo de grão (relação comprimento-largura, visando ao longo-fino) (F2 e F3), presença ou não de centro branco (gesso) (F3), aristas, coloração da lema e da

pálea, etc. É somente nesta etapa que é finalizado todo o processo de seleção. Nas gerações F2 e F3 a intensidade de seleção é de 0,5%, ou seja, do total de plantas conduzidas nos ensaios de campo, apenas 0,5% passarão à fase seguinte. As plantas selecionadas comporão os ensaios subseqüentes, que incluem anualmente em torno de 300 famílias F4 e, numa fase subseqüente, 200 famílias F5 (experimento “preliminar”). De F1 até F5 as famílias são transplantadas manualmente. Na seqüência, 30 a 50 linhagens F6 formam anualmente o experimento “avançado”, em parcelas semeadas a lanço, simulando uma condição normal de lavoura.

#### **4.6. Lançamento de Nova Cultivar**

Para o lançamento de uma nova cultivar existe uma seqüência de avaliações agronômicas, industriais e culinárias, envolvendo também o Sindicato da Indústria do Arroz em Santa Catarina – Sindarroz-SC – nas avaliações industriais e de aceitação pelos consumidores (Epagri, 2005).

Nos estádios finais, normalmente não antes da geração F7, as linhagens avançadas são testadas em seis diferentes locais (ensaios regionais), representativos das três principais regiões produtoras de Santa Catarina (Sul, Litoral Norte e Alto Vale do Itajaí), diretamente nas propriedades dos orizicultores, durante três anos. A partir de F6, as linhagens promissoras já são cautelosamente multiplicadas como semente genética, e na fase F10, caso a linhagem seja aprovada para lançamento, inicia-se a produção de sementes certificadas pela Associação Catarinense de Produtores de Sementes de Arroz Irrigado – Acapsa. O lançamento da cultivar se dá quando há sementes certificadas disponíveis para o cultivo de áreas comerciais, o que geralmente não ocorre antes do 12º ano após a realização do cruzamento (hibridação) (Marschalek et al, 2008).

O Registro Nacional de Cultivares (RNC) foi instituído por meio da Portaria nº 527, de 30 de dezembro de 1997. Através dele o Ministério da

Agricultura, Pesca e Abastecimento – MAPA estabeleceu mecanismos para a organização, sistematização e controle da produção e comercialização de sementes e mudas.

O RNC é regido pela Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003, e regulamentado pelo Decreto nº 5153, de 23 de julho de 2004, tendo como preceito fundamental que a geração de novas cultivares se traduz em altas tecnologias transferidas para o agronegócio. A vantagem para o agricultor está no fato de que os mais recentes avanços em genética e melhoramento vegetal, transformados em insumos, são disponibilizados sob a forma de material de propagação.

Segundo a legislação, cultivar é a variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal, que seja distinguível de outras conhecidas por uma margem mínima de características descritas, pela denominação própria, homogeneidade, capacidade de se manter estável em gerações sucessivas, além de ser passível de utilização.

## 5. CONCLUSÕES

O estágio se mostrou imprescindível para a formação de um Engenheiro Agrônomo, visto que, o conhecimento teórico não é suficiente frente a situações reais enfrentadas todos os dias, nesta profissão. O contato com pessoas que desempenham diferentes funções dentro de uma empresa, formando uma equipe de pesquisa e unindo o conhecimento individual de cada um para um bem maior, foi um fato que marcou bastante. Desta maneira, todo o sistema se mantém em funcionamento, e, a partir do momento em que algumas peças da equipe não realizem suas funções com responsabilidade, logo mais a frente, surgirão problemas dentro do processo como um todo.

Apesar de enfrentar alguns problemas internos, como falta de mão-de-obra especializada e corte de custos referentes à pesquisa, a Epagri – Estação Experimental de Itajaí, ainda vêm desempenhando suas pesquisas com êxito. A empresa conta com uma equipe de pesquisadores extremamente comprometida com o produtor rural de Santa Catarina e os outros estados que utilizam sementes de suas cultivares.

## 6. REFERÊNCIAS:

ALLARD R. W. **Princípios do Melhoramento Genético das Plantas**. Ed. Edgard Blucher, 1971. p 41-49/ 93.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2005. p.145-164.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2005. P 103-145.

BRESEGHELLO F.; RANGEL P. H. N.; MORAIS O. P. **Ganho de Produtividade pelo Melhoramento Genético do Arroz Irrigado no Nordeste do Brasil**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.3, p.399-407, mar. 1999

CENA/USP; **Centro de Energia Nuclear na Agricultura**. Disponível em: <http://www.cena.usp.br/>. Acesso em: jul. 2013.

CRUZ R. P.; MILACH S. C. K. **Melhoramento Genético para Tolerância ao Frio em Arroz Irrigado**. *Ciência Rural*, v. 30, n. 5, 2000.

EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M.A. (Orgs.). **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sistema pré-germinado)**. Florianópolis: Epagri, 2011. p 3.

EPAGRI; **Projeto Arroz**. Disponível em: < <http://www.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: jun. 2013.

EPAGRI. **A cultura do arroz irrigado pré-germinado**. Florianópolis, 2002. 273p. Arroz irrigado; Prática cultural.

EPAGRI; **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012. 179 p.

GUIMARÃES,P.E.; **Hibridação em Arroz**. In: **Hibridação artificial de plantas**. Editado por Aluizio Borém. Viçosa: UFV, 1999. cap. 4, p.101-119.

MARSCHALEK,R.; VIEIRA,J.; ISHIY,T et al. **Melhoramento genético de arroz irrigado em Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.21, n.3, p.54-57, nov.2008.

PEDROSO, B.A.; **Arroz irrigado; obtenção e manejo de cultivares**. Porto Alegre: Sagra, 1982. cap. 4, p. 34-68.

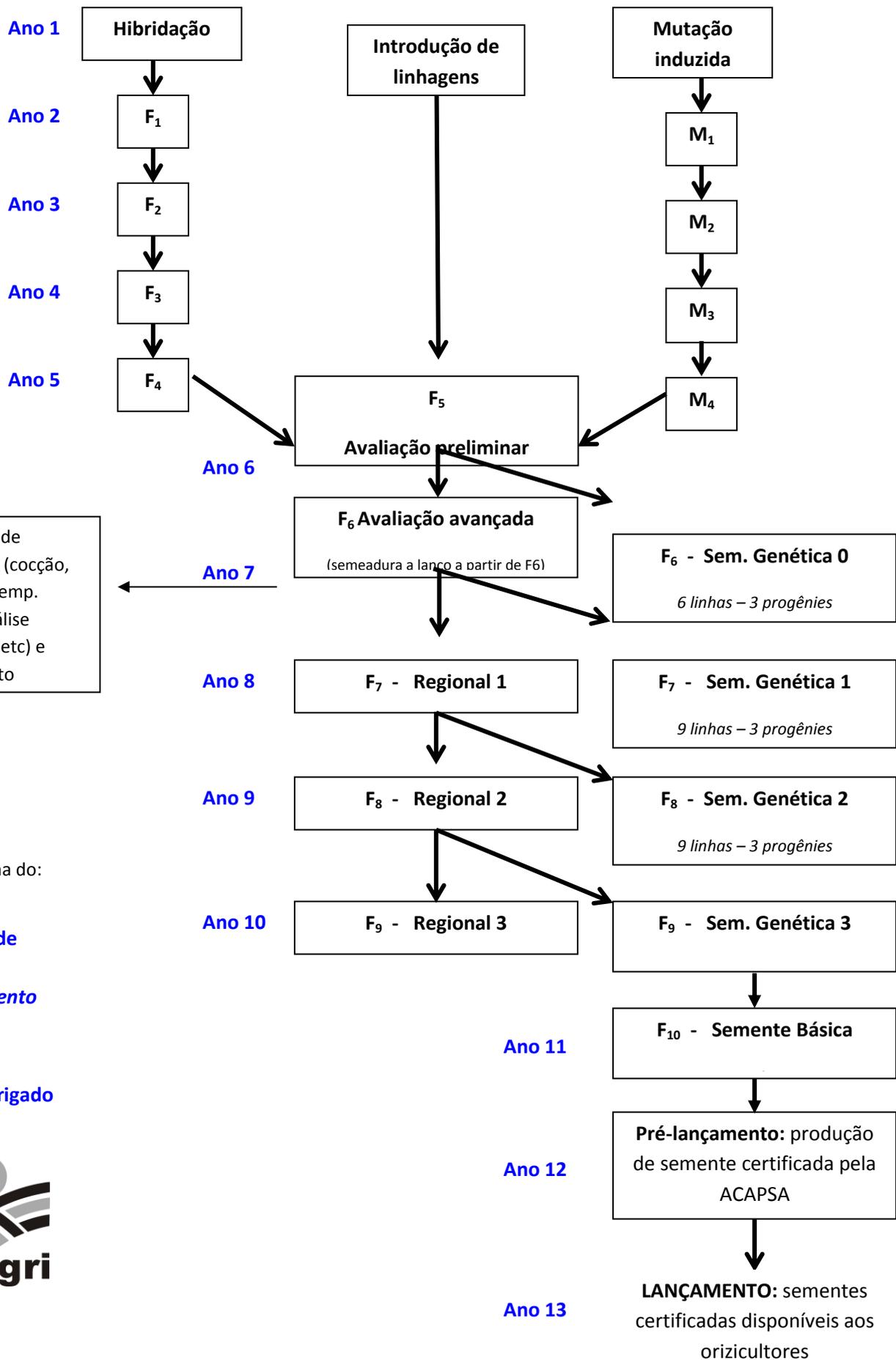
SOARES A. A., SANTOS P. G., MORAIS O. P., et al. **Progresso Genético Obtido Pelo Melhoramento do Arroz de Sequeiro em 21 Anos de Pesquisa em Minas Gerais**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.34, n.3, p.415-424, mar. 1999

VIEIRA,J.; MARSCHALEK,R.; ISHIY,T et al. **A hibridação no melhoramento genético de arroz irrigado em Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.20, n.2, p.43-46, jul.2007.

YOKOYAMA, S.; ISHIY, T. **Desenvolvimento de cultivares**. In: EPAGRI. Arroz irrigado – Sistema pré-germinado. Epagri: Florianópolis, 2002. p.113-124.

ZANINI NETO, J.A. **Morfologia e fisiologia da planta de arroz**. In: EPAGRI. Arroz irrigado – Sistema pré-germinado. Epagri: Florianópolis, 2002. p.11-52.

Anexo 1:



Organograma do:

**Programa de**  
**Melhoramento**  
**Genético**  
**de Arroz Irrigado**



Características agrônômicas das cultivares de arroz irrigado recomendadas para o cultivo em Santa Catarina no ano agrícola 2009/10.

Cultivar	Ciclo da planta <sup>(1)</sup>	Acamamento <sup>(2)</sup>	Toxidez por ferro <sup>(2)</sup>	Qualidade de grãos de centro branco <sup>(3)</sup>	Brusone na Panícula <sup>(2)</sup>	Produtividade média (t/ha) regiões produtoras <sup>(4)</sup>
Epagri 106	P	MR	MR	1	MR	6,0 a 8,5
Epagri 108	T	R	R	1	MR	7,0 a 11,0
Epagri 109	T	R	R	1	MR	7,0 a 11,5
SCS 112	T	R	MS	1	MR	7,0 a 11,0
SCSBRS Tio Taka	T	R	MS	1	MR	7,0 a 11,5
SCS 114 Andosan	T	R	MR	1	MR	7,0 a 11,5
SCS 115 CL	M	MR	R	1	MR	6,0 a 8,0
SCS 116 Satoru	T	R	MR	1	MR	7,0 a 11,5

(1) P - precoce (menos de 120 dias de semeadura à maturação); M - médio (121 a 135 dias da semeadura à maturação); e T - tardio ( mais de 136 dias da semeadura à maturação);

(2) Reação em condições experimentais, Epagri/Estação Experimental de Itajaí: S = suscetível, MR = moderadamente resistente; R = resistente;

(3) 0 = grão sem centro branco; 5 = grão totalmente gessado;

(4) Resultado de experimentos regionais.