

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

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Bárbara Bremm**

**191116**

*“Programa de melhoramento de arroz híbrido da empresa RiceTec Sementes Ltda.”*

Porto Alegre, dezembro de 2014.

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

**Programa de melhoramento de arroz híbrido da empresa**  
**RiceTec Sementes Ltda.**

**Bárbara Bremm**

**191116**

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: Eng. Agr., Dra. Renata Pereira Cruz

Eng. Agr., Dr. Keny Henrique Mariguele

Orientador Acadêmico do Estágio: Eng. Agr., PhD., Marcelo Teixeira Pacheco

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Prof<sup>a</sup> Mari Lourdes Bernardi ..... Depto. de Zootecnia (Coordenadora)

Prof<sup>a</sup> Beatriz Maria Fedrizzi ..... Depto. de Horticultura e Silvicultura

Prof. Elemar Antonino Cassol ... Depto. de Solos

Prof. Josué Sant'Ana ..... Depto. de Fitossanidade

Prof<sup>a</sup>. Lucia Brandão Franke ..... Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Prof<sup>a</sup>. Renata Pereira da Cruz ..... Depto. de Plantas de Lavoura

Porto Alegre, dezembro de 2014.

## AGRADECIMENTOS

A Deus agradeço pela vida, pelas oportunidades e pelas pessoas que Ele colocou no meu caminho.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul agradeço pelo ensino de qualidade, por meio da competência de seus servidores.

A minha família, em especial ao meu pai, minha mãe e meu irmão, e ao meu namorado agradeço por terem me apoiado e me dado forças durante todos os anos de Graduação, sem medir esforços para que eu pudesse seguir em busca dos meus objetivos, do meu sonho.

Aos meus colegas Luiz Gustavo Denardin, Ricardo Pereira Gonçalves, Tarso Salvadori Peterle, Lucas Bittencourt Costa, Lucian Pilau Cella, Ana Luísa Dable e Paulo Roberto Dall Cortivo agradeço pelos momentos de convivência desde os primeiros dias de aula até os dias atuais.

Ao NESPRO, em especial ao prof. Júlio Barcellos, à prof. Connie e à prof. Carla Delatorre agradeço pelas orientações e ensinamentos durante a Iniciação Científica ao longo da Graduação, pois foram de grande importância na minha formação profissional e pessoal.

Ao professor Marcelo Teixeira Pacheco agradeço por aceitar ser o meu orientador de estágio e colaborar na elaboração do meu relatório, assim como no material a ser apresentado na minha Defesa de Conclusão, disponibilizando o seu tempo e se colocando à disposição sempre que necessário.

À equipe da RiceTec, em especial a Renata Pereira da Cruz, Keny Henrique Mariguele e Cristhiano Gehlen, agradeço pelos momentos de aprendizado e descontração nas idas à Glorinha, na área experimental, no laboratório e nos quadros das parcelas de arroz no verão tórrido de 2014.

## **RESUMO**

O Trabalho de Conclusão de Curso se baseou no estágio curricular obrigatório realizado na empresa RiceTec Sementes Ltda. com sede em Porto Alegre e área experimental no município de Glorinha, Rio Grande do Sul. A realização do estágio na empresa teve como objetivo acompanhar as atividades realizadas em um programa de melhoramento, mais especificamente em híbridos de arroz, e conhecer as peculiaridades desse ramo das ciências agrárias. As atividades foram realizadas a campo e no laboratório, dentre elas: avaliações fenotípicas de linhagens, retrocruzamentos para inserção de característica de macho-esterilidade, identificação de plantas e determinação da viabilidade do pólen.

## LISTA DE FIGURAS

1 – Localização do município de Glorinha, Rio Grande do Sul.....	8
2 – Esquema do sistema de três linhas (A-B-R).....	15
3 – Bloco de cruzamentos visando a obtenção de variabilidade genética. ....	16
4 – Corte das espiguetas (A), cruzamento entre macho e fêmea constituindo o bloco de cruzamento (B) e resultado da fecundação no processo de enchimento de grãos (C).....	18
5 – Parcelas com genótipos F2 com máxima segregação.....	19
6 – Retirada das espiguetas (A), identificação das inflorescências (B) e formação do par macho e fêmea para o processo de retrocruzamento (C).....	20
7 – Linhas A (macho-estéreis) e linhas B (mantenedoras) circundadas por plantas inférteis utilizadas como bordadura.....	21
8 – Visualização da viabilidade do pólen em microscópio com aumento de 20x, estéril (A) e fértil (B). ....	22
9 – Parcelas experimentais dos ensaios de rendimento dos híbridos experimentais da PML, ressaltando as diferenças entre os genótipos avaliados. ....	23

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE GLORINHA .....</b>	<b>8</b>
2.1. Clima .....	8
2.2. Solos .....	9
2.3. Aspectos Socioeconômicos .....	9
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA RICETEC SEMENTES LTDA. ....</b>	<b>10</b>
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO DO ASSUNTO PRINCIPAL .....</b>	<b>12</b>
4.1. Potencialidades dos híbridos de arroz .....	13
4.2. Obtenção da macho-esterilidade em arroz.....	14
<b>5. ATIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>16</b>
5.1. Bloco de Cruzamentos.....	16
5.2. Gerações Segregantes .....	18
5.3. Desenvolvimento de Machos .....	19
5.4. Desenvolvimento de Fêmeas .....	19
5.5. Avaliação da Viabilidade do Pólen .....	21
5.6. Linhagens Avançadas .....	22
5.7. Outras Atividades .....	22
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado no mundo com uma produção de 745 milhões de toneladas, tendo produção inferior somente em relação ao milho, com 1 bilhão de toneladas. O continente Asiático detém 90% da produção de arroz mundial com 674,7 milhões de toneladas (FAO, 2014), sendo bastante utilizado cultivares híbridas com alto potencial produtivo nos países que compõem esse continente.

A cultura do arroz irrigado tem grande importância econômica no Rio Grande do Sul, sendo esse o maior produtor no Brasil. Aliado a isso, a tecnologia de híbridos em arroz, surgida em 2003 com o lançamento do primeiro híbrido da RiceTec no Mercosul, tem crescido nos últimos anos e se mostrado uma opção rentável ao orizicultor pelo seu alto potencial produtivo, estabilidade produtiva, adaptabilidade a zonas temperadas, tolerância a moléstias e aos herbicidas empregados no controle da principal planta daninha na cultura do arroz, o arroz vermelho, por meio do sistema Clearfield.

Nesse contexto, o estágio curricular obrigatório foi realizado durante o período de 9 de janeiro a 28 de fevereiro de 2014, totalizando 300 horas, na empresa RiceTec Sementes Ltda., a qual atua no melhoramento, pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de sementes híbridas de arroz. A sede da empresa está localizada em Porto Alegre e a área experimental, no município de Glorinha, distante em, aproximadamente, 50 km da capital.

O objetivo do estágio foi adquirir conhecimento acerca das atividades realizadas em um programa de melhoramento, área das ciências agrárias que demanda conhecimento teórico e técnico e profissionais bem qualificados, assim como vivenciar um período em uma empresa privada de grande porte, compreendendo a sua logística.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE GLORINHA

### 2.1. Clima

O município de Glorinha se localiza na região metropolitana de Porto Alegre e no COREDE do Delta do Jacuí (Figura 1). O município está totalmente inserido na Bacia do Rio Gravataí, assim como o município de Alvorada.

**Figura 1** – Localização do município de Glorinha, Rio Grande do Sul.



Fonte: Google, 2014.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (clima temperado ou subtropical), com precipitação acima de 60 mm ao longo dos meses e temperatura média no mês mais quente  $> 22^{\circ}\text{C}$ . As temperaturas têm grandes variações ao longo do ano, com temperatura média anual de  $18,4^{\circ}\text{C}$ , sendo a mínima de  $13,3^{\circ}\text{C}$  no mês de julho e a máxima de  $23,3^{\circ}\text{C}$  no mês de janeiro. A precipitação anual é bem distribuída, sendo considerado o mês de julho o mais chuvoso, com média de 155 mm, e março o mês menos chuvoso, com média de 89,8 mm (CEMETRS, 2013).

O relevo do município varia de plano a suavemente ondulado com áreas de várzea e coxilha, tendo altitude média de 31 m acima do nível do mar (ATLAS, 2011).



## 2.2. Solos

O município de Glorinha está localizado numa área de transição entre as regiões fisiográficas Escudo Cristalino, Depressão Central e a Planície Costeira, formando a extensa planície do rio Gravataí. Os solos predominantes da região são os Planossolos Háplicos Eutróficos arênicos e os Gleissolos Melânicos Tb Eutróficos típicos. O relevo da região onde o município se localiza é dito suave ondulado a ondulado de coxilhas ocupadas por Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos úmbricos (STRECK et al., 2008).

Os solos que ocorrem na região possuem características que variam entre si e outras que se assemelham. Os Planossolos são solos imperfeitamente ou mal drenados, devido à passagem abrupta do horizonte A+E ao B, assim como os Gleissolos que possuem a coloração cinzenta, sendo muito mal drenados variando de pouco profundos a profundos e os Argissolos variam de bem drenados a imperfeitamente drenados, com a presença do horizonte Bt no perfil, sendo geralmente profundos a muito profundos. Uma característica que os solos possuem em comum é a aptidão para o cultivo do arroz irrigado, visto que há o impedimento na infiltração da água, possibilitando a manutenção de uma lâmina de água para o desenvolvimento da cultura (STRECK et al., 2008).

## 2.3. Aspectos Socioeconômicos

Conforme o Censo Demográfico de 2013, o município de Glorinha possui uma população de 7.364 habitantes em uma área territorial de 324 km<sup>2</sup>, tendo uma densidade demográfica de 21,3 hab/km<sup>2</sup>. O Produto Interno Bruto (PIB) do município é de 230 milhões de reais, com principal contribuição dos setores da indústria e serviços com 45 e 31%, respectivamente, sendo que o setor agropecuário corresponde a 6% do PIB (IBGE, 2010).

O setor agropecuário, embora contribua pouco na economia do município, está presente em 840 propriedades rurais, as quais possuem uma área média de 34,7 ha. Em relação à pecuária, a bovinocultura é o que tem maior destaque com 26 mil cabeças (IBGE, 2012) e no setor agrícola, o destaque se dá na produção de arroz em casca com 15,4 mil toneladas (IBGE, 2012).

As vias de escoamento da produção do município são a BR 290 e a BR 101, que se inicia no município de Osório, assim como a RS-030 que corta o município e liga-o aos municípios vizinhos. A BR 290 interliga o município à capital e a BR 101 dá acesso ao Estado de Santa Catarina e demais Estados localizados ao Norte do Rio Grande do Sul.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA RICETEC SEMENTES LTDA.**

A empresa RiceTec Sementes Ltda. surgiu em 1990 no sul do Texas, Estados Unidos da América, com o desenvolvimento de tecnologias na área de melhoramento de arroz. Em 1993, foram realizados os primeiros cruzamentos visando o desenvolvimento de híbridos por meio de um contrato assinado com o HHRRC – Centro de Pesquisa de Arroz Híbrido de Hunan, China. Na América do Sul, a empresa está presente desde 2000 nos países como Brasil, Argentina e Uruguai e atua, desde então, no melhoramento, pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de sementes híbridas de arroz (RICETEC, S.D.).

Em 2003, foi lançado o primeiro híbrido de arroz no Mercosul, denominado Avaxi, e em 2004 foi lançado o primeiro híbrido com o sistema Clearfield, o Tuno CL. Nos anos subsequentes, foram lançados os híbridos Tiba, Sator CL, Avaxi CL, Inov e o primeiro híbrido de arroz para o cultivo em terras altas, o Ecco. Em 2010, a RiceTec lançou seu último híbrido, o Inov CL, com características como alta produtividade e qualidade industrial (RICETEC, S.D.).

A empresa investiu em pesquisa e assim foi aumentando a representatividade no cultivo de híbridos de arroz no Brasil. Em 2003, com o lançamento do Avaxi, foram comercializadas sementes para uma área estimada de 200 ha e em 2009, com os híbridos Avaxi CL e Inov, foram comercializadas sementes suficientes para uma área estimada em 44.000 (RICETEC, S.D.).

No Brasil, o programa de melhoramento da RiceTec é desenvolvido na área experimental localizada no município de Glorinha, distante, aproximadamente, 50 km de Porto Alegre. No Estado de Roraima, município de Normandia, há uma estação experimental com objetivo de avançar gerações, visto que as temperaturas da região permitem cultivar arroz ao longo de todo o ano.

O setor de Pesquisa da RiceTec está dividido em três áreas: Programa de Melhoramento de Linhagens (PML), Programa de Melhoramento Comercial (PMC) e Desenvolvimento de Produto. Basicamente, na PML são desenvolvidas, selecionadas e testadas linhagens machos e fêmeas que serão avançadas para a PMC, que testará as novas linhagens fêmeas e machos em diferentes combinações híbridas em diferentes locais do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Por fim, a equipe de Desenvolvimento de Produto executa os testes finais de híbridos promissores em fase de pré-lançamento com ênfase na adequação do manejo agrônomo dos híbridos desenvolvidos. Concomitantemente, os híbridos são testados em relação às

características industriais e, testado o seu potencial produtivo e a sua qualidade, o material estará apto a ser lançado.

No Rio Grande do Sul, a empresa deteve 9% do mercado de sementes de arroz na safra 2013/14, constituindo 90% do mercado de sementes de híbridos de arroz, totalizando 100.000 ha de área cultivada (PLANETA ARROZ, 2014). Para a safra 2014/15, há uma projeção de crescimento de 15% nas vendas, com o aumento da participação do híbrido Inov CL no mercado (AFNEWS, 2014).

#### 4. REFERENCIAL TEÓRICO DO ASSUNTO PRINCIPAL

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o segundo cereal mais produzido no mundo, sendo que a China ocupa o primeiro lugar, no que tange à produção, com 196,7 milhões de toneladas, seguido da Índia e Indonésia com 135,6 e 66,5 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2014). O Brasil é o 9º produtor mundial de arroz em casca e no MERCOSUL o país detém 82% da produção, estando à frente do Uruguai, Argentina e Paraguai (SOSBAI, 2012).

Na safra 2012/13, o Brasil produziu 11,8 milhões de toneladas de arroz em casca, com 9,1 milhões de toneladas oriundas da região sul do país. Os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina são os maiores produtores com 7,9 e 1 milhão de toneladas, respectivamente. Em 2012/13, a região sul possuía uma área de 1,25 milhões de hectares dedicados ao cultivo de arroz no sistema de irrigação por alagamento, sendo que a área do Estado corresponde a um milhão de hectares, seguido de Santa Catarina com 150 mil hectares cultivados (CONAB, 2014).

No Rio Grande do Sul, o arroz é produzido em 133 municípios localizados na metade sul do Estado, onde há aptidão para o cultivo desse cereal devido às características peculiares do solo e disponibilidade de água. Os orizicultores, em sua maioria (60%), produzem em terras arrendadas e possuem uma área média de 144,7 ha em sua propriedade, evidenciando o fato do arroz ser uma cultura produzida em grande escala e com potencial de emprego de tecnologias (SOSBAI, 2012).

A produtividade média das lavouras do Estado foi de 7.439 kg/ha na safra 2011/12, sendo um dos grandes empecilhos a maiores ganhos, sob o ponto de vista de manejo, a competição com plantas daninhas, principalmente o arroz-vermelho (SOSBAI, 2012). Nesse quesito, os híbridos entram com potencial de incremento na produção e expansão em área no Estado, pois possuem alto potencial produtivo, respondendo bem à adubação e ao manejo empregado, assim como pela tecnologia Clearfield, presente em todas as cultivares híbridas RiceTec disponíveis no mercado, o que possibilita o uso de herbicidas do grupo das Imidazolinonas, como Only e Kifix, para o controle do arroz vermelho.

Sob o ponto de vista do melhoramento genético, o estreitamento da base genética do germoplasma de arroz e os métodos de melhoramento tradicionais, visando o desenvolvimento de linhagens puras, são fatores que limitam a produtividade das cultivares lançadas comercialmente (RANGEL, 1992). Dessa forma, a possibilidade de alcançar potenciais de rendimento de grãos mais elevados tem impulsionado o desenvolvimento e cultivo de híbridos.

#### 4.1. Potencialidades dos híbridos de arroz

Os híbridos de arroz possuem um potencial de 20 a 30% de incremento no rendimento de grãos em comparação com cultivares convencionais, do tipo linha pura (YUAN & VIRMANI, 1988), além de características como grande potencial de perfilhamento, permitindo uma baixa densidade de semeadura, alto número de grãos por panícula e, conseqüente, alta produtividade mesmo em genótipos precoces. No entanto, o custo da semente híbrida constitui uma parcela significativa das despesas da lavoura, mesmo que essa seja necessária em menores quantidades. A aceitação pela indústria dos grãos de arroz de cultivares híbridas também restringe, de certa forma, a adoção dessa tecnologia por muitos produtores, pois o grão ainda é considerado de baixa qualidade para o cozimento, sendo direcionado à parboilização, além do baixo rendimento do grão (porcentagem de grãos inteiros após o descasque e polimento, conhecido como rendimento de engenho), com conseqüentes descontos na receita do produtor.

O arroz híbrido tem alto rendimento de grãos devido ao maior tamanho da panícula, decorrente do alto número de grãos por panícula (COIMBRA et al., 2006). No entanto, para a produção de híbridos é necessário que as sementes sejam adquiridas a cada safra, ao contrário das cultivares convencionais de arroz, cujas sementes podem ser produzidas na própria propriedade. Híbridos são sementes F<sub>1</sub>, portanto heterozigotas para os locos que os genitores divergem, e ao se produzir sementes oriundas de cultivares híbridas ocorre a máxima segregação genética, reduzindo-se em 50% a heterozigose da população e, conseqüentemente, reduz-se o potencial de rendimento de grãos. A compra de sementes corresponde a um custo alto no sistema de produção. Entretanto, por meio dessa se evita a entrada de novas sementes de arroz vermelho na área a ser cultivada, pois as sementes possuem certificação de qualidade, sendo produzidas em campos livres dessa planta espontânea.

O cruzamento de duas linhagens homozigotas e geneticamente distintas dá origem ao híbrido. O maior potencial produtivo dos híbridos se deve à heterose, sendo essa representada pela diferença entre a média da primeira geração filial (F<sub>1</sub>) e a dos genitores, dividida pela média desses (NEVES, 2010). No entanto, na prática, para ser lançado, os híbridos devem apresentar heterose padrão, ou seja, apresentar média de rendimento de grãos superior a melhor cultivar convencional, que atualmente é a IRGA 424 (COIMBRA et al., 2006).

O termo heterose foi descrito por Shull em 1908, na cultura do milho, e se referia ao aumento no vigor, no tamanho, na resistência às doenças e insetos, entre outros, quando era feito o cruzamento entre duas populações distintas geneticamente (SHULL, 1908, apud

COIMBRA et al., 2006). Jhones em 1926 diagnosticou pela primeira vez a manifestação da heterose em arroz por meio de características como maior número de colmos e produtividade superior a dos pais em algumas gerações F1 (JHONES, 1926, apud COIMBRA et al., 2006).

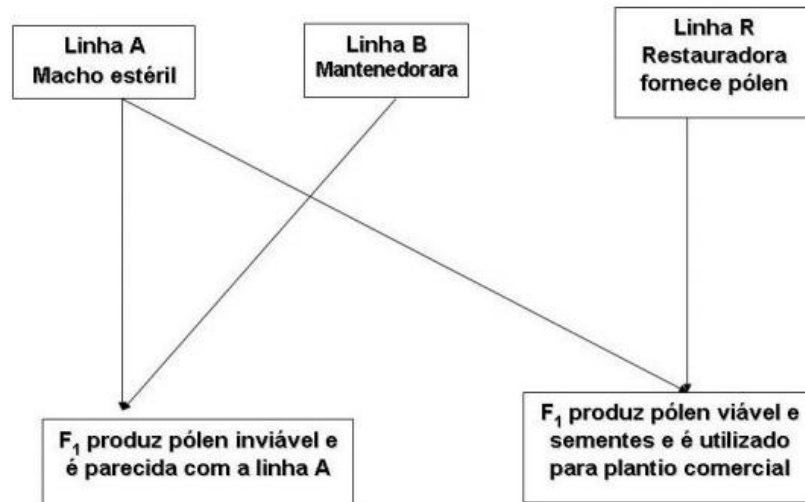
#### 4.2. Obtenção da macho-esterilidade em arroz

A cultura do arroz é autógama, ou seja, reproduz-se por autofecundação, sendo que a fecundação cruzada na espécie corresponde a apenas 0,1% (MESSEGUER et al., 2001). Sendo assim, para a produção de híbridos é necessário que a polinização seja feita artificialmente. De forma que não seja necessária a emasculação de cada planta e que a produção de híbridos seja possível em escala comercial, é utilizada a macho-esterilidade nos genitores maternos, chamados no jargão da área de melhoramento de plantas de linhagens fêmeas.

Atualmente, o sistema de três linhas (A-B-R) é o mais utilizado nos programas de melhoramento de arroz híbrido (COIMBRA et al., 2008), baseando-se na macho-esterilidade genético-citoplasmática (MEGC). Esse sistema consiste em manter no programa uma linha “A” com citoplasma macho-estéril, uma linha “B” ou mantenedora que possui genoma muito similar ao da linha “A”, porém é macho-fértil e permite a reprodução da linhagem macho-estéril “A”, e a linhagem “R” ou restauradora de fertilidade que cruzada com a linhagem “A” produz progênie macho-fértil (YUAN & VIRMANI, 1988), ou seja, o híbrido.

A linha “A” é macho-estéril e necessita ter o citoplasma estéril (S) e os genes nucleares restauradores de fertilidade *rfrf* em recessividade no núcleo, condição que a torna incapaz de restaurar a macho-fertilidade. A linha “R” possui o alelo *Rf* dominante, sendo funcional e capaz de restaurar a macho-fertilidade, tanto em homozigose quanto em heterozigose, quando cruzado com a linha “A”, originando a semente híbrida. Sendo assim, a linha restauradora deve ter os alelos *Rf* em dominância e em homozigose (Figura 2). A linha “B” possui características genéticas similares à linha “A”, no entanto é macho-fértil, devido à ausência de citoplasma macho-estéril, mas também não possui alelos nucleares restauradores da macho-fertilidade, e uma vez cruzada com a linhagem “A” resulta em progênie macho-estéril (Figura 2), permitindo a manutenção da linhagem "A" macho-estéril (BRAGANTINI et al., 2001).

**Figura 2** – Esquema do sistema de três linhas (A-B-R).



Fonte: Guerra & Bessalho, S.D.

Nos campos de produção de sementes, são semeadas as linhas “A” juntamente com as linhas “R” em uma proporção de 3:1, sendo que quanto menor essa proporção maior o custo da semente, já que a semente F<sub>1</sub> híbrida necessitará de maior área para ser produzida. Uma vez que a cultura é uma espécie autógama, essa não possui um método efetivo de dispersão de pólen, sendo que nas horas mais quentes do dia, quando ocorre a antese, ou seja, as anteras liberam o pólen, um helicóptero sobrevoa a lavoura fazendo a dispersão artificialmente, facilitando a fecundação cruzada.

## 5. ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades realizadas durante o período de estágio no Programa de Melhoramento de Linhagens (PML), com o enfoque no desenvolvimento futuro de cultivares híbridas de arroz, tiveram o intuito de acompanhar a equipe de melhoristas a campo, durante as fases de florescimento e enchimento de grãos, e em laboratório com atribuições que serão abordadas a seguir.

### 5.1. Bloco de Cruzamentos

A primeira etapa do PML visa obter novas combinações parentais, para obtenção da geração  $F_1$ , que dará origem às gerações segregantes sobre as quais será realizada seleção para obtenção de linhagens, que serão consideradas puras quando atingirem a uniformidade fenotípica, geralmente, a partir da geração  $F_6$  em diante. Essas constituirão o banco de variabilidade genética da empresa.

Os genótipos parentais são cultivados no bloco de cruzamentos (Figura 3), cuja escolha e organização é pré-determinada pela equipe de melhoristas, baseando-se em características como ciclo dos genótipos, produtividade, porte, tolerância a pragas e doenças, qualidade do grão, entre outras.

**Figura 3** – Bloco de cruzamentos visando a obtenção de variabilidade genética.



Foto do autor(a).



Para o cruzamento entre os genótipos, eram coletados os perfilhos das plantas a campo na parte da manhã, colocando-os em tubetes com água. A emasculação era feita manualmente, a qual consiste em esterilizar as anteras localizadas na parte interna das espiguetas de forma que essa planta não se autofecunde e que receba o pólen de outra planta, denominada planta macho. O método de emasculação utilizado foi o de imersão das panículas em água quente seguido do corte das espiguetas para posterior polinização. Assim, a prática consistia em trazer os perfilhos do campo e mergulhá-los em água a 45 °C por 5 minutos com o objetivo de inviabilizar o pólen. Posteriormente, era feito o *toalete* com a eliminação da parte superior e inferior da panícula e o corte do terço superior das espiguetas com a retirada das anteras (Figura 4 – A). O *toalete* é uma prática que visa eliminar espiguetas já fecundadas na parte superior da panícula ou espiguetas novas demais, visto que o florescimento inicia do ápice para a base da panícula.

Logo após serem emasculadas, as plantas eram levadas ao campo nos tubetes e colocadas ao lado das plantas definidas como machos (doadoras de pólen) para serem polinizadas e cobertas com um envelope para impossibilitar a contaminação por pólen externo (Figura 4 – B). O importante nessa etapa era a rapidez desde a retirada até o retorno dos perfilhos ao campo, pois a abertura das anteras e a consequente liberação do pólen ocorre nas horas mais quentes do dia, então as plantas já deveriam estar emasculadas nesse momento. Ao longo do dia, mas principalmente nas horas mais quentes, era necessário passar entre as parcelas dando leves batidas nos envelopes, onde estavam as panículas macho e fêmea, com o objetivo de facilitar a chegada do pólen ao estigma.

Após dois dias, as plantas fêmeas eram retiradas e levadas a um local abrigado, onde se fazia o acompanhamento da “pega” dos cruzamentos, anotando-se o número de sementes produzidas por panícula, sendo necessárias no mínimo 20 sementes por cruzamento, número esse determinado como necessário pela equipe de melhoristas (Figura 4 – C).

**Figura 4** – Corte das espiguetas (A), cruzamento entre macho e fêmea constituindo o bloco de cruzamento (B) e resultado da fecundação no processo de enchimento de grãos (C).

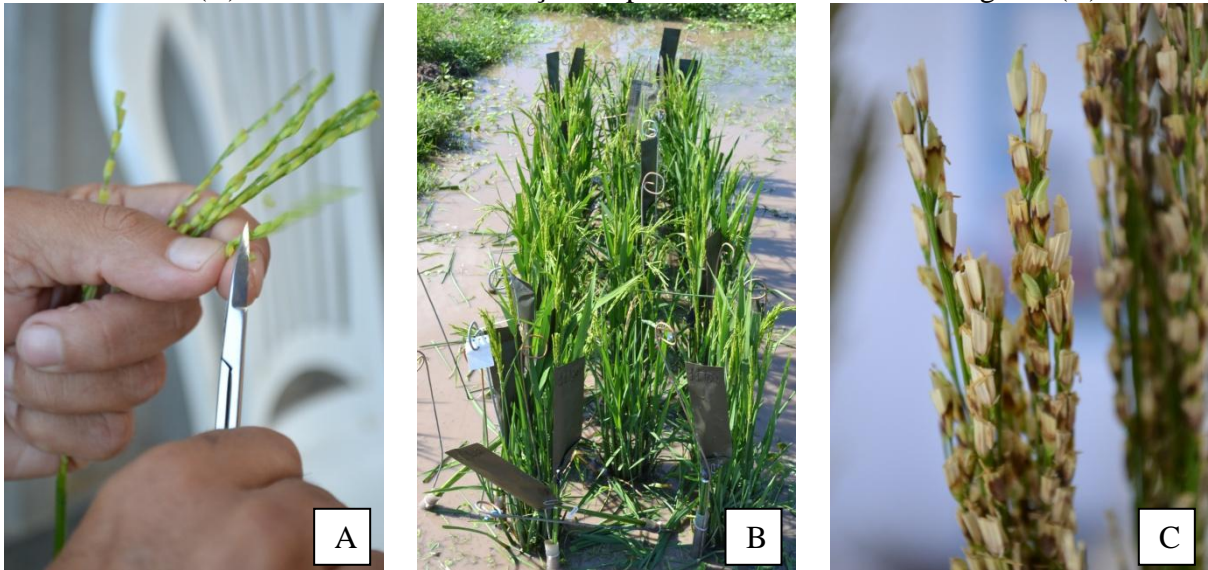


Foto do autor(a).

## 5.2. Gerações Segregantes

A etapa seguinte ao bloco de cruzamentos é o acompanhamento das gerações segregantes (F1 – F4) oriundas do primeiro cruzamento, assim como a seleção de plantas que serão avançadas no programa. O programa de melhoramento da RiceTec é dividido em dois, sendo um voltado ao desenvolvimento de linhagens machos e o outro, a linhagens fêmeas. O genótipo é enquadrado em um dos programas pela sua capacidade em restaurar ou não a fertilidade. Assim, genitores sem alelos para restauração (*rfrf*) serão cruzados com linhagens também *rfrf* para geração de linhagens mantenedoras, as quais serão mais tarde convertidas para linhagens macho-estéreis via retrocruzamentos. As linhagens com alelos restauradores (*RfRf*) são cruzadas com outras linhagens do mesmo grupo para geração de populações segregantes sobre as quais serão selecionadas novas linhagens macho (restauradoras).

Na população segregante, foram feitas observações e identificações acerca das características buscadas pelos melhoristas em linhagens fêmeas e machos, como ciclo médio, baixa estatura, perfilhamento, alto vigor, resistência a doenças e insetos, entre outros (Figura 5).

**Figura 5** – Parcelas com genótipos F2 com máxima segregação.



Foto do autor(a).

### **5.3. Desenvolvimento de Machos**

O desenvolvimento de machos é realizado por meio de autofecundação na área experimental em Glorinha e em Normandia, Roraima, até que as plantas atinjam a homozigose. Por meio do método de panícula por linha, as linhagens são avançadas, ou seja, uma panícula é selecionada na população e dessa serão obtidas as sementes que serão semeadas na próxima safra.

Nessa etapa, assim como na etapa de gerações segregantes, avaliavam-se as plantas e se selecionava aquelas que possuíssem características desejáveis.

### **5.4. Desenvolvimento de Fêmeas**

No desenvolvimento de linhas fêmeas o que se busca são características de boa expressão de panículas e boa abertura das espiguetas, características que facilitarão a recepção do pólen durante a produção comercial de sementes híbridas. A partir da geração F4, tem início a conversão de linhas B em linhas macho-estéreis por meio de um cruzamento inicial com uma linhagem macho-estéril (A), seguido de retrocruzamentos para a linhagem original B.

Para a realização do retrocruzamento, as plantas eram identificadas conforme o seu estágio de florescimento de forma que estivessem com o estigma receptivo ao pólen e não estivessem “passadas”, havendo a possibilidade delas já terem sido fecundadas por outras plantas. Antes da inflorescência estar receptiva, era retirado o terço superior das espiguetas,

para posterior análise de viabilidade do pólen, colocado em álcool 70% e devidamente identificado (Figura 6 – A e B). Ao lado da planta fêmea era colocado a planta macho e ambos eram cobertos com saco feito com tecido de malha fina e transparente, denominado *mashbag* (termo em inglês) para que o pólen externo não entrasse em contato com os estigmas da panícula macho-estéril (Figura 6 – C).

**Figura 6** – Retirada das espiguetas (A), identificação das inflorescências (B) e formação do par macho e fêmea para o processo de retrocruzamento (C).

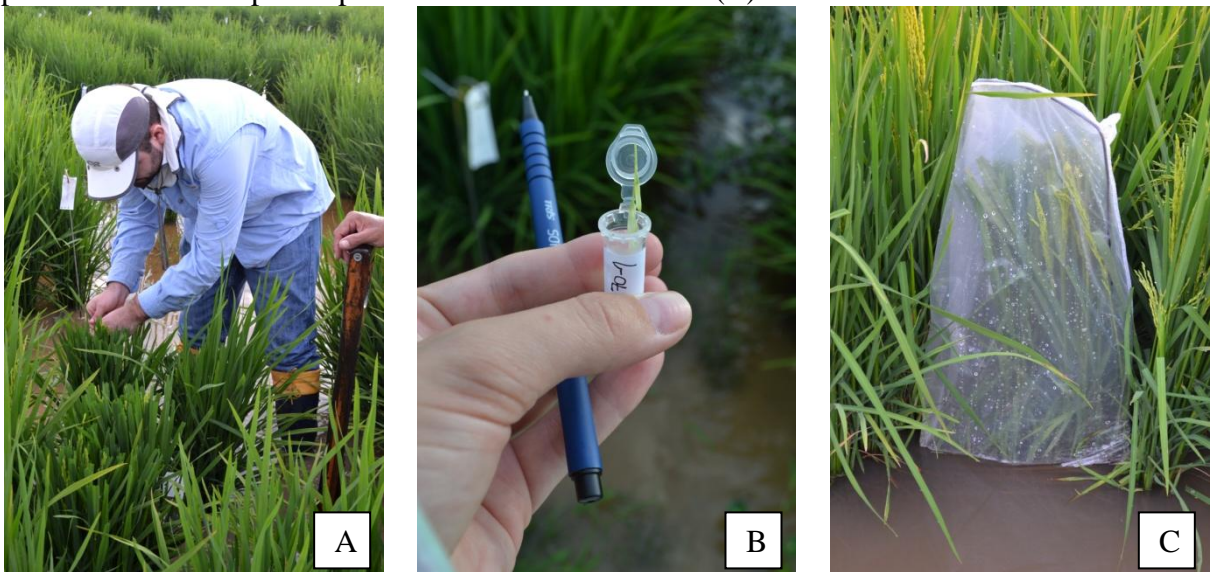


Foto do autor(a).

Ao longo das gerações de retrocruzamento, algumas características de plantas macho-estéreis eram visíveis a olho nu, como a má exerceção da panícula, ficando essa 1/3 dentro da bainha da folha bandeira, assim como a coloração branca das anteras no interior das espiguetas. Outro teste que pode ser realizado é por meio do ensacamento das panículas de forma que não haja contaminação por pólen externo, a planta sendo macho-estéril não haverá enchimento de grãos. Após três a quatro gerações de retrocruzamento, a produção de sementes da linhagem A convertida é feita por meio da semeadura de duas linhas A (no meio da parcela) e duas linhas da linhagem B mantenedora na parte de fora, sendo cada parcela circundada por uma bordadura de plantas inférteis para impedir a contaminação por pólen externo (Figura 7).

**Figura 7** – Linhas A (macho-estéreis) e linhas B (mantenedoras) cercadas por plantas inférteis utilizadas como bordadura.



Foto do autor(a).

### 5.5. Avaliação da Viabilidade do Pólen

Ao longo do processo de conversão de linhagens à condição macho-estéril, é fundamental avaliar a viabilidade do pólen, uma vez que só serão retrocruzadas as plantas completamente macho-estéreis. Para isso, em laboratório, as anteras coletadas nas plantas em processo de retrocruzamento eram maceradas e coradas em lâminas com corante a base de iodo e, por meio de um microscópio com 20x de aumento, visualizava-se a coloração do pólen para a determinação de sua viabilidade (Figura 8). A coloração escura do pólen na imagem microscópica demonstra a presença de amido no seu interior, ou seja, o pólen é considerado fértil, no entanto estando vazio ou com as suas extremidades descoloridas, o pólen é inviável, estéril.

**Figura 8** – Visualização da viabilidade do pólen em microscópio com aumento de 20x, estéril (A) e fértil (B).

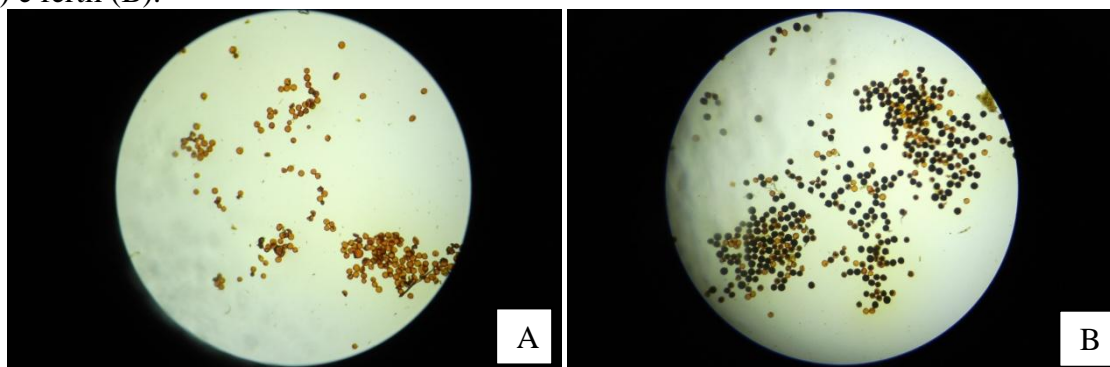


Foto do autor(a).

A análise de viabilidade do pólen era realizada com o intuito de afirmar que, após a realização dos quatro retrocruzamentos necessários para a fixação das características, o pólen continuava sendo infértil. A planta macho-estéril, após os retrocruzamentos, será cruzada com machos que tem características conhecidas e seu híbrido será testado para que essa fêmea se torne uma linhagem e passe a ser utilizada no programa.

### 5.6. Linhagens Avançadas

Dentre as atividades realizadas, acompanhou-se o ensaio de multiplicação das linhagens que foram sendo selecionadas e avançadas dentro do programa ao longo das safras, assim como foram observadas e avaliadas as características fenotípicas de cada linhagem. Uma prática importante nessa etapa é o *roguing*, o qual se baseia na eliminação de plantas e/ou linhas contaminantes ou não puras existentes nas parcelas experimentais.

### 5.7. Outras Atividades

Ao longo do período do estágio, houve a oportunidade de acompanhar a equipe da PML em dias de campo do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, e na Fazenda FM Canquerine, em Capivari do Sul, onde havia uma estação da RiceTec com a presença da equipe de *marketing* divulgando os resultados de pesquisa acerca dos híbridos da empresa, assim como práticas de manejo recomendadas.

Foram acompanhadas as visitas realizadas nos experimentos em Cachoeira do Sul, onde fez-se a avaliação dos ensaios de rendimento dos híbridos experimentais da PML. Nesses ensaios são testados os machos com três fêmeas, que já têm suas características conhecidas,

por meio do híbrido. Características como ciclo, produtividade, perfilhamento, porte, resistência ao acamamento, largura e comprimento da folha bandeira, tamanho, espessura e coloração do grão, tamanho da panícula, tolerância a moléstias e insetos, entre outros, são avaliadas ao longo do ciclo da cultura (Figura 9).

**Figura 9** – Parcelas experimentais dos ensaios de rendimento dos híbridos experimentais da PML, ressaltando as diferenças entre os genótipos avaliados.



Foto do autor(a).

## 6. DISCUSSÃO

A sede da empresa está localizada em Porto Alegre e sua estação experimental distante em, aproximadamente, 50 km no município de Glorinha. Sendo assim, há o deslocamento diário dos funcionários passando por um pedágio ao longo da Free-Way, o que exige tempo e um custo elevado ao longo dos anos.

A área experimental é arrendada de um produtor que cultiva arroz e cria gado, então a logística do local é dificultada, pois em dias chuvosos a taipa que dá acesso à estação experimental impossibilita a entrada, sendo que em alguns anos não havia disponibilidade de água para irrigar os quadros de arroz, assim como os animais que estavam nas proximidades das parcelas experimentais danificaram a cerca elétrica e invadiram o campo nessa safra.

A RiceTec conta com a colaboração de 4 funcionários fixos na área experimental, sendo um técnico agrícola, no entanto as atividades realizadas coincidem e, então, há um pico de necessidade de mão de obra, o que faz com que algumas práticas deixem de ser realizadas em detrimento de outras, por exemplo controle de plantas daninhas durante o período de cruzamentos. A presença de algumas plantas daninhas, embora dificulte o caminhar nos quadros, não causa dano à cultura visto que essas estão presentes no estágio de florescimento, não sendo mais o período de interferência, pois esse ocorre por volta de 45 dias após a emergência.

O monitoramento de insetos e moléstias é feito diariamente e, quando necessário, é feito o controle químico. A adubação é feita criteriosamente por meio da análise de solo, assim como em cobertura nos momentos de necessidade da planta, sendo na cultura do arroz em V3, momento em que também é feita a aplicação de herbicida e a entrada da água, e posteriormente em R0 quando há a diferenciação da panícula.

O controle da lâmina d'água é realizado na parte da manhã e à tarde, tendo um funcionário encarregado dessa atividade, que na cultura do arroz é essencial. Com a água sempre disponível durante a safra, a lâmina foi mantida ao longo do ciclo da cultura, possibilitando o desenvolvimento potencial dessa.

Tendo em vista o programa de melhoramento, pode-se dizer que a empresa conta com uma equipe de técnicos bastante instruída e que busca a todo o momento obter conhecimento acerca do que há de recente na pesquisa, visando não somente a empresa ou o reconhecimento perante ela, mas sim um benefício pessoal.



## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da safra 2014/15, a empresa estará localizada na cidade de Santa Maria, com sua sede junto à estação experimental. Esse fato amenizará alguns dos entraves da empresa como a questão da logística, no entanto a mudança de cidade pode acarretar em diminuição no número de funcionários e na necessidade de novas contratações, o que atualmente é uma limitação na área rural.

A área de pesquisa, mais precisamente, no âmbito do melhoramento genético vegetal está em crescimento e desenvolvimento, exigindo cada vez mais profissionais capacitados. Dessa forma, a realização do estágio curricular na empresa RiceTec Sementes Ltda. foi de grande aprendizado, principalmente devido à aplicação do conhecimento adquirido ao longo da Graduação, e de satisfação pela recepção e acolhimento por parte da empresa e de seus funcionários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFNEWS. **Arroz: produtores apostam no híbrido para aumentar a produtividade.** Disponível em: <<http://www.afnews.com.br/arroz/arroz-produtores-apostam-no-hibrido-para-aumentar-produtividade.html>> Acesso em: 27 de agosto de 2014.

ATLAS. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** / Marcos Silveira Wrege, Silvio Steinmetz, Carlos Reisser Júnior, Ivan Rodrigues de Almeida editores técnicos. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 1 atlas (336 p.): ca 211

BRAGANTINI, C., GUIMARÃES, E.P., CUTRIM, V.A. **Produção de sementes macho-estéreis em arroz.** Pesq. Agropec. Brás., Brasília, v. 36, n. 2, p. 273-277, fev. 2001.

CANCI, P.C., BARBOSA NETO, J.F., CARVALHO, F.I.F. **Implementação da seleção recorrente no melhoramento de plantas autógamas através da macho-esterilidade.** Ciência Rural, v.27, n. 3, 1997.

CEMETRS. **Atlas Climático do Rio Grande do Sul (1976 – 2005).** Disponível em: <[http://www.cemet.rs.gov.br/lista/676/Atlas\\_Clim%C3%A1tico\\_do\\_Rio\\_Grande\\_do\\_Sul](http://www.cemet.rs.gov.br/lista/676/Atlas_Clim%C3%A1tico_do_Rio_Grande_do_Sul)>. Acesso em: 24 de novembro de 2014

COIMBRA, J.F.M., OLIVEIRA, A.C., CARVALHO, F.I.F., MAALHÃES JÚNIOR, A.M., FAGUNDES, P.R.R., KOPP, M.M. **Heterose em arroz híbrido.** R. Bras. Agrociência, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 257-264, jul-set, 2006.

COIMBRA, J.F.M., BERTOLDO, J.G., VALE, N.M. **Uso da macho-esterilidade no melhoramento de híbridos comerciais em arroz.** Revista de Ciências Agroveterinárias. Lages, v.7, n.1, p. 61-74, 2008.

CONAB. **Séries históricas, 2014** – Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 30 de agosto de 2014.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 09 de setembro de 2014.

GOOGLE. **Localização do município de Glorinha, Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430905&search=||info%El%20focos:-informa%20E7%20F5es-completas>>. Acessado em: 27 de agosto de 2014.

GUERRA, E.P., BESPALHOK, J.C. **Híbridos em espécies autóгамas**. Disponível em: <<http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%209.pdf>>. Acesso em: 04 de setembro de 2014.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=430905&search=rio-grande-do-sul%7Cglorinha%7Cinfograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 27 de agosto de 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2012**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/VZPS>>. Acessado em: 30 de novembro de 2014.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2012**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/PQ8D>>. Acessado em: 27 de agosto de 2014.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática. 2014**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=3>>. Acesso em: 09 de setembro de 2014.

MESSEGUER, J., FOGHER, C., GUIDERDONI, E., MARFÀ, V., CATALÀ, M.M., BALDI, G., MELÉ, E. **Field assessments of gene flow from transgenic to cultivated rice (*Oryza sativa* L.) using a herbicide resistance gene as tracer marker**. Theor Appl Genet (2001) 103:115-1159.

NEVES, P. C. F. **Melhoramento genético do arroz: exploração da heterose no desenvolvimento de cultivares.** ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 27, 2010. Piracicaba, SP. Anais... ESALQ, 2010. 65p.

PLANETA ARROZ. **Sementes híbridas da RiceTec ajudam a elevar produtividade de arroz no Rio Grande do Sul.** Disponível em:

<[http://www.planetaarroz.com.br/site/noticias\\_detalhe.php?idNoticia=12633](http://www.planetaarroz.com.br/site/noticias_detalhe.php?idNoticia=12633)>. Acesso em: 27 de agosto de 2014.

RANGEL, P.H.N. **La selección recurrente mejora el arroz brasileño.** Arroz en las Américas, v. 13, n. 1, p.4-5, 1992.

RICETEC. **Híbridos de arroz.** Disponível em: <<http://www.ricetec.com.br/>> Acesso em: 22 de agosto de 2014.

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

STRECK, E.V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R.S.D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P.C., SCHNEIDER, P., GIASSON, E., PINO, L.F.S. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

YUAN, L.P., VIRMANI, S.S. **Status of hybrid Rice research and development.** In: Hybrid rice (Proc. Int. Symp. On Hybrid Rice, October 6-10, 1986, Changsha, China). International Rice Research Institute, Philippines, 1988, p. 7-24.