



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS MOSSORÓ
CURSO DE AGRONOMIA

LUIZ RICARDO REBOUÇAS DA SILVA

PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS DE ARROZ EM JAGUARUANA-CE

MOSSORÓ – RN

2015

LUIZ RICARDO REBOUÇAS DA SILVA

PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS DE ARROZ EM JAGUARUANA-CE

Relatório de estágio supervisionado apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora Pedagógica: Prof^a. Dra. Jeane Cruz Portela – UFERSA.

Orientadora Técnica: Agr^a. MSc. Jordânia Carvalho Macêdo – BASF S.A.

MOSSORÓ/RN

2015

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Silva, Luiz Ricardo Rebouças da.

Produção de sementes híbridas de arroz em Jaguaruana-CE / Luiz Ricardo Rebouças da Silva. - Mossoró, 2015.

36f: il.

1. Arroz. 2. Melhoramento vegetal. 3. Sementes híbrida. I. Título

RN/UFERSA/BOT/733

CDD 633.18 S586p

LUIZ RICARDO REBOUÇAS DA SILVA

PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS DE ARROZ EM JAGUARUANA-CE

Relatório de estágio supervisionado apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Data da defesa: 18 / 11 / 2015

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Jeane Cruz Portela – UFERSA
Presidente

Agrª. MSc. Jordânia de Carvalho Macêdo – BASF S.A.
Primeiro Membro

Profª. Dr. Neyton de Oliveira Miranda – UFERSA
Segundo Membro

Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais
Francisco Wilson da Silva e Risalva Rebouças
da Silva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por guiar meus caminhos e me proteger de todo mal, dando-me forças para lutar pelos meus objetivos e realização de sonhos;

A minha família, em especial a meus pais Francisco Wilson da Silva e Risalva Rebouças da Silva, pela educação, amor e carinho me proporcionados;

A todos meus amigos da turma de Agronomia 2010.2, pelo companheirismo e momentos de descontração vividos neste período;

À UFERSA e seus mestres que me proporcionaram uma formação excepcional e que tanto sonhei;

Aos companheiros da casa 16 da vila acadêmica da UFERSA, pelo acolhimento e laços de amizade adquiridos durante minha estadia;

A minha orientadora Jeane Portela pelos ensinamentos passados e a toda equipe do LASAP;

Ao professor da banca, Neyton de Oliveira Miranda, pela atenção e por ter contribuído com este trabalho;

À BASF S.A, pela oportunidade de estágio, em especial a minha supervisora e orientadora pedagógica Jordânia de Carvalho Macêdo pela orientação técnica. Aos amigos estagiários que conheci nesse meio tempo, que levarei para vida toda. A toda turma da B.O. Dantas, prestadora de serviços da BASF.

"Diz-se que o começo é mais que metade do todo."
(Aristóteles)

RESUMO

O melhoramento genético desenvolvido atualmente para a cultura do arroz exerce importância para o seu crescimento no mundo em todos os aspectos, sendo a hibridação responsável pelo incremento na produtividade. O objetivo do estágio foi acompanhar atividades de campo e laboratoriais que fizeram parte da produção de sementes de arroz híbrido. O estágio supervisionado foi desenvolvido na Unidade Operativa da BASF S. A., localizada no município de Jaguaruana–CE, distante 180 km de Fortaleza, no período de 02 de fevereiro a 13 de novembro de 2015. As principais atividades desenvolvidas no período foram a demarcação da área experimental; preparo do solo; semeadura em bandejas; transplântio das mudas e condução das mesmas em campo; colheita e beneficiamento das sementes híbridas. Com a realização do estágio, foi possível acompanhar o processo de produção de híbridos de arroz, conhecendo as inovações tecnológicas utilizadas pela empresa e aprimorar conhecimentos técnicos adquiridos no decorrer da graduação aliando-se com as práticas vivenciadas.

Palavras Chave: *Oryza sativa* L.. Melhoramento vegetal. Rendimento.

ABSTRACT

The breeding currently developed for rice cultivation has importance for its growth in the world in all aspects, and hybridization responsible for the increase in productivity. The goal of the internship was to follow up field and laboratory work that were part of the production of hybrid rice seeds. The supervised training was developed in the Operative Unit of BASF SA, located in the municipality of Jaguaruana-CE, distant 180 km from Fortaleza, in the period from 02 february to 13 november 2015. The main activities during the year were the demarcation of the experimental area; soil preparation; seeding in trays; transplanting of seedlings and driving the same field; harvesting and processing of hybrid seeds. With the completion of the stage, it was possible to accompany the rice hybrid production process, knowing the technological innovations used by the company and improve technical knowledge acquired during the graduation and combining it with the experienced practices.

Keywords: *Oryza sativa* L.. Plant breeding. Yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Esquema do sistema três linhas para produção de arroz híbrido.....	20
Figura 2- Mapa da Unidade Operativa da BASF em Jaguaruana - CE.....	22
Figura 3- Sistematização do solo na área experimental de produção de sementes, visando ao controle da lâmina de irrigação na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	23
Figura 4- Levantamento de taipas visando controle da lâmina de água na área experimental da Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015...	23
Figura 5- Demarcação da área para produção de sementes, na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	24
Figura 6- Adubação de fundação aplicada manualmente na área para produção de sementes da Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	24
Figura 7- Multiplicação de sementes através de autofecundação na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	25
Figura 8- Semeadura de arroz em bandejas, no laboratório de processamento de sementes da Unidade Operativa de Jaguaruana – CE.....	26
Figura 9- Viveiro de produção de mudas localizado na Unidade Operativa de Jaguaruana - CE. Primeiro semestre de 2015.....	26
Figura 10- Transplântio das mudas de arroz para produção de sementes híbridas na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	27
Figura 11- Esquema de parcela experimental para produção de híbridos de arroz pela BASF.....	28
Figura 12- Escala de avaliação de iniciação de panícula do arroz, em Jaguaruana – CE. A) Estádio 2; B) Estádio 3; C) Estádio 4; D) Estádio 5; E) Estádio 6; F) Estádio 7; G) Estádio 8.....	29
Figura 13- Corte da folha bandeira da planta de arroz por ocasião da aplicação de ácido giberélico na panícula. Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	30
Figura 14- Barreiras entre diferentes eventos visando impedir a contaminação. Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	30
Figura 15- Colheita manual de arroz, na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE, no primeiro semestre de 2015.....	31

Figura 16- Equipamento com coluna de ar, para limpeza das impurezas pertencente a Unidade Operativa da BASF Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	32
Figura 17- Equipamento para contagem de sementes de arroz pertencente a Unidade Operativa da BASF Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

BASF	Badische Anilin & Soda Fabrik (Fábrica de Anilinas e Soda de Baden)
CE	Ceará.
CIBio	Comissão Interna de Biossegurança.
CMS	Citoplasma Macho Estéril.
CQB	Controle de Qualidade de Biossegurança.
CTNBio	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.
DAS	Dias Após Semeadura.
GM	Geneticamente Modificado.
IAC	Instituto Agrônômico de Campinas.
LPMA	Liberação Planejada no Meio Ambiente.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	14
3 ASPECTOS GERAIS.....	16
3.1 A CULTURA DO ARROZ.....	16
3.2 PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO.....	18
4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	22
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA.....	22
4.2 PREPARO DA ÁREA E ADUBAÇÃO.....	22
4.3 SEMEADURA.....	25
4.4 TRANSPLANTIO DAS MUDAS	27
4.5 TRATOS CULTURAIS E AVALIAÇÕES DE CAMPO	28
4.6 COLHEITA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das plantas cultivadas mais antigas (PEREIRA, 2002), sendo fonte primária de alimento na maioria dos países em desenvolvimento, constituindo-se na base alimentar de mais de três bilhões de pessoas (SOSBAI, 2010). O cereal é um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem (ALONÇO, 2005), e possivelmente a espécie que apresenta maior potencial para o combate a fome no mundo.

O arroz é uma planta anual, monocotiledônea da família Poaceae, que se desenvolve em condições de solo alagado ou seco (MAGALHÃES et al., 2004), sendo, portanto, uma cultura extremamente versátil, podendo ser cultivado em diferentes condições de solo e clima.

O centro de origem do arroz já foi bastante discutido, no entanto a cultura é demasiadamente antiga, que a época precisa e o lugar de seu surgimento possivelmente nunca venham a ser conhecidos. Existem divergências na literatura, segundo Roschevicz (1931), o gênero *Oryza* é oriundo do continente africano. Porém, para Galli (1978), origina-se da Ásia, em regiões da Índia e das Filipinas. Acredita-se que o centro de origem seja a região situada ao sudeste do Himalaia, apesar de as regiões de Madras, na Índia, e Orissa, nas Filipinas, poderem também ser apontadas como centros primários ou secundários da espécie (GALLI, 1978). O que é certo, entre tudo, é que a domesticação do arroz é um dos mais importantes progressos na história, pois esse grão alimentou mais pessoas por um maior período de tempo do que qualquer outra cultura. Há grandes indícios que provavelmente a domesticação desse vegetal tenha ocorrido em alguma região da China, Tailândia ou Myanmar.

Cultivado e consumido em todos os continentes, a cultura destaca-se pela elevada produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto no aspecto econômico, quanto social (SANTOS et. al., 2006).

O melhoramento genético desenvolvido atualmente para a cultura do arroz exerce importância para o seu crescimento no mundo em todos os aspectos, sendo a hibridação responsável pelo incremento na produtividade. Os programas de melhoramento iniciaram-se em 1893 no Japão, através dos ensaios comparativos de variedades nativas. Com o passar dos anos e a ampliação das pesquisas voltadas à cultura, podemos

verificar uma grande evolução nos resultados obtidos, que aliados a práticas agrícolas mais eficientes, proporcionaram que a produção mundial de arroz triplicasse nas três últimas décadas. Segundo Bertan (2005), a importância crucial do melhoramento genético do arroz está em possibilitar aos agricultores o cultivo de constituições genéticas de alto potencial produtivo e com caracteres agronômicos de interesse na cadeia produtiva, trazendo um maior retorno econômico aos produtores. Neste intuito, o programa de melhoramento da BASF visa o desenvolvimento de biotecnologias através da produção de sementes híbridas de arroz geneticamente modificado.

O objetivo deste trabalho foi relatar as atividades desenvolvidas em campo e laboratoriais que fazem parte da produção de sementes de arroz híbrido.

2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A BASF (Badische Anilin & Soda Fabrik- Fábrica de Anilina e Soda de Baden) é uma empresa multinacional de origem alemã, fundada em 1865 por Friedrich Engelhorn para produzir corantes naturais para tecidos, que na época tinha uma grande demanda por parte das indústrias têxteis. Com sede em Ludwigshafen (sudoeste da Alemanha), a empresa possui diversas áreas de atuação, com unidades de produção, distribuídas em 39 países, com clientes em mais de 170 nações. Com um portfólio de cerca 8.000 produtos, a empresa tem oferecido importantes contribuições com produtos para agricultura e nutrição, químicos, produtos de performance, plásticos, petróleo e gás.

No Brasil, a BASF iniciou com uma representação comercial na cidade do Rio de Janeiro em 1911, quando o setor têxtil estava em franco desenvolvimento no país, em especial na região pioneira, onde a empresa fornecia corantes de anilina, alzarina e índigo para os fabricantes de tecido. Em agosto de 1955 a empresa decidiu estabelecer uma unidade de produção própria no Brasil e o local escolhido para a instalação foi a cidade de Guaratinguetá, localizada em São Paulo. Atualmente a empresa possui unidades em várias cidades brasileiras e abriga o maior complexo químico na América do Sul.

Na área de biotecnologia, o grupo BASF é um dos principais fornecedores de soluções, onde por meio da ciência e da inovação, proporcionam a seus clientes a resolução de problemas atuais e futuros para a agricultura.

No Ceará, a empresa possui duas unidades operativas. A primeira instalada no município de Jaguaruana em 2008, localizada 180 km de Fortaleza-CE e três anos mais tarde foi implantada na cidade de Limoeiro do Norte-CE, distante aproximadamente 100 km de Jaguaruana. O que difere as duas estações são os ensaios de campo realizados. Em Jaguaruana são desenvolvidos os ensaios de multiplicação das sementes e produção de híbridos, e em Limoeiro do Norte é verificado o rendimento destas. Essas duas Unidades Operativas são utilizadas pela empresa exclusivamente para pesquisa agrícola com arroz, devidamente credenciadas com Certificado de Qualidade de Biossegurança (CQB 037/97) da BASF S.A., emitido pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).

Para manusear ou realizar atividades de pesquisas em regime de contenção (laboratório) ou campo com organismos geneticamente modificados, a empresa

solicitou junto a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) o Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB), que é um credenciamento para desenvolver essas atividades. A BASF conta com uma Comissão Interna de Biossegurança (CIBio), que tem a função de assegurar o cumprimento das obrigações, promover capacitação em biossegurança e implementar medidas que venham a somar no monitoramento e vigilância das atividades. Com a finalidade de garantir a biossegurança e contenção do fluxo gênico, a empresa conta com setor especializado para a fiscalização das normas de Biossegurança (Stewardship), atuando intensamente durante todo processo.

3 ASPECTOS GERAIS

3.1 A CULTURA DO ARROZ

A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) é bastante antiga e seu processo evolutivo a tornou adaptável as mais diversas condições, no entanto por ser uma espécie hidrófila, apresenta-se mais promissora quando irrigada, expressando assim maiores ganhos.

É considerado o cultivo alimentar de maior importância em muitos países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e Oceania, onde vivem 70% da população dos países em desenvolvimento e cerca de dois terços da população subnutrida mundial.

Segundo a classificação botânica, o arroz está inserido na divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, tribo Oryzeae, família Poaceae, subfamília Oryzoideae e gênero *Oryza*, composto por 23 espécies (VAUGHAN & CHANG, 1995). De acordo com Khush (1997), duas são cultivadas: *O. glaberrima* Steud., que é cultivada na África e na Ásia e *O. sativa* L., cultivada no mundo inteiro e a mais conhecida por sua importância na alimentação humana.

É uma planta monocotiledônea, que possui caule oco, flores reduzidas de coloração verde e aquênios especializados, ou cariopses, como frutos. Possui raízes fasciculadas, folhas sésseis, limbo foliar plano e panícula terminal (NASCIMENTO, 2008). As raízes possuem diversas ramificações e pelos radiculares. A folha primária surge a partir do coleótilo, diferindo-se das demais por ser cilíndrica e não apresentar lâmina, as demais folhas dispõem-se alternadamente e surgem através de gemas nos nós do colmo, sendo a última folha que surge denominada de folha-bandeira. O colmo é constituído por nós e entrenós. O seu comprimento, diâmetro e espessura dos entrenós definem a resistência ao acamamento (GUIMARÃES et al., 2002) apud Nascimento (2008). As flores são chamadas de espiguetas e são hermafroditas. Cada inflorescência possui 50 a 250 espiguetas (PEDROSO, 1982). Já a panícula é a inflorescência da planta, e se localiza após o último entrenó do caule. Segundo Alonço (2005), as cultivares de arroz irrigado do clima subtropical do Sul do Brasil possuem o ciclo definido como precoce (< 120 dias), médio (121-135 dias), semi-tardio (136-150 dias) e tardio (> 150 dias). O ciclo de desenvolvimento do arroz pode ser dividido em três fases: a fase vegetativa (da emergência até a diferenciação da panícula), a fase

reprodutiva (da diferenciação da panícula até a antese) e a fase de enchimento de grãos (da antese até a maturação fisiológica) (INFELD et al., 1998).

A temperatura é um dos elementos climáticos de maior relevância para obtenção de boa produtividade, estando à temperatura ótima em torno de 32°C. Assim cada fase fenológica tem as suas temperaturas críticas, sendo a faixa ideal para germinação entre 20-25°C, floração 30-33°C e maturação 20-25°C (ALONÇO, 2005).

O arroz não tolera temperaturas excessivamente baixas nem altas, a ocorrência de temperaturas diurnas superiores a 35°C pode causar esterilidade das espiguetas, reduzindo a produtividade, pois a fase mais sensível é a floração. Também existem os fatores que afetam a cultura indiretamente e são capazes de influenciar o surgimento e disseminação de pragas e doenças, como a umidade relativa do ar, vento, temperatura, orvalho e nebulosidade.

Dois grandes agroecossistemas predominam na cultura do arroz: várzeas e o de terras altas, nos quais os principais sistemas de cultivo utilizados nacionalmente são o irrigado por inundação e sequeiro. No Brasil, a maior parte da produção é proveniente do agroecossistema várzeas, onde o cultivo irrigado é responsável por 75% da produção, estabilizando assim o fornecimento desse alimento, por não depender diretamente da chuva. No sistema de terras altas, a cultura pode ser desenvolvida por sequeiro ou com irrigação suplementar por aspersão nos períodos críticos de disponibilidade hídrica, sendo, portanto dependente da chuva.

Entre os principais cereais cultivados no mundo, o arroz ocupa a terceira posição em produção e área plantada, ficando atrás apenas do trigo e milho. Nos países em desenvolvimento, os sistemas de produção de arroz, incluindo o processamento, empregam quase um bilhão de pessoas (JORIO, 2014). Cultivado em todo mundo, este cereal desempenha papel importante, como alimento básico da população mundial, principalmente no continente asiático (AZAMBUJA et al., 2002).

Na relação dos maiores produtores, a Ásia representa cerca de 90% da produção e consumo mundial de arroz. Neste continente, países como a China, Índia, Indonésia, Vietnã e Filipinas são destaque na atividade. Segundo a Foreign Agricultural Service (FAS) do United States Department of Agriculture (USDA), apud CONAB (2015), é estimado o consumo, na safra 2014/15 do total de 2.143,3 milhões de toneladas de grãos no mundo, ficando o arroz, na sua forma beneficiada, participação de 484,6 milhões de toneladas com área plantada de 161,48 milhões de hectares e produtividade média de

4.427 kg/ha. Segundo Azambuja et al. (2002) o consumo mundial per capita/ano de arroz base casca é de 87 kg, sendo que a Ásia apresenta o maior consumo, 130 kg per capita/ano, enquanto a Europa o menor, com 5,9 kg per capita/ano.

Atualmente o Brasil é citado como o maior produtor de arroz fora do continente asiático, ocupando a nona posição em produção do mundo, com total de 12,44 milhões de toneladas (2,7% superior a safra passada), produtividade média de 5.424 kg/ha e área total cultivada de 2,29 milhões de hectares na safra 2014/2015 (CONAB, 2015). O Rio Grande do Sul e Santa Catarina ocupam a liderança na produção de arroz nacional, onde juntos cultivaram cerca de metade da área total do arroz produzido nacionalmente, chegando a produzir aproximadamente 77,8% da safra brasileira (CONAB, 2015).

A região Nordeste ocupa a quarta maior produção brasileira, com 776,9 mil toneladas na safra 2014/2015, dentre os estados o maranhão lidera a produção (496,0 mil toneladas), seguida do Piauí (112,6 mil toneladas), Sergipe (42,6 mil toneladas) e Ceará (18,0 mil toneladas) (CONAB, 2015). O Rio Grande do Norte ocupa a sétima maior produção da região Nordeste, com 2,3 mil toneladas nesta última safra, a maior parte do arroz produzido é da variedade “vermelho” (90%) (CONAB, 2015). As principais áreas cultivadas no estado localizam-se nos municípios situados às margens do Rio Apodi/Mossoró, onde depende das chuvas para o reabastecimento dos lençóis freáticos.

3.2 PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO

A produção de híbridos é obtida através da fusão de gametas diferentes geneticamente, gerando indivíduos híbridos heterozigóticos para um ou mais de um loci. Uma variedade híbrida, nada mais é do que a progênie resultante do cruzamento entre dois genitores geneticamente distintos. Esse cruzamento traz a tona o vigor híbrido ou heterose, na qual foi descrita pela primeira vez por Shull que fazia referência a um incremento no vigor, no tamanho, na frutificação, na velocidade de desenvolvimento, na resistência às doenças, insetos e para as variações climáticas, sendo estas características manifestadas pelo cruzamento entre duas populações geneticamente distintas, por tanto apresentando-se superiores aos pais envolvidos no cruzamento, tal fato ocorrendo especificamente em virtude da união dos gametas paternos diferentes (SHULL, 1908).

Na china, a produção em escala comercial de sementes híbridas de arroz representa um dos maiores feitos para o melhoramento de plantas do último século (COIMBRA et. al, 2006), sendo cultivados desde 1976 tem contribuído para redução do desemprego no país.

Os principais motivadores da adoção da engenharia genética em arroz devem-se à possibilidade de maior produtividade, resistência a estresses, custo mais baixo de produção e adição de nutrientes ao grão (BROOKES e BARFOOT, 2003).

Em relação à produtividade, a média das variedades híbridas se dá em torno de 10.000 kg/ha, enquanto as variedades convencionais giram em torno de 7.500 kg/ha.

A utilização de sementes híbridas de arroz no Brasil vem aumentando. Somente na safra 2013/2014 o Rio Grande do Sul plantou mais de 100.000 hectares, o que foi 33% superior à área cultivada no ano anterior, no entanto a utilização ainda é incipiente quando comparada a área plantada de outros países como na China, que corresponde a 58%, nos Estados Unidos 47% e na Índia 13%, enquanto no Brasil 5%.

Em meio às vantagens da utilização de sementes híbridas de arroz, o programa de melhoramento genético da BASF busca o desenvolvimento e fornecimento de biotecnologias que aumentem o rendimento em arroz.

Os genes dos eventos selecionados para esses programas foram descobertos através de análises minuciosas das características de plantas geneticamente modificadas (GM) realizados em casa de vegetação da CropDesign, localizada em Gent, na Bélgica. Os eventos de transformação de arroz GM com genes que conferem maior produtividade foram gerados a partir de diferentes construções.

Espécie autógama e com cruzamento natural entre 0,3-3,39%, o arroz é uma planta que necessita do uso efetivo do sistema macho-esterilidade para o desenvolvimento e produção de híbridos F1 comercialmente, sendo por tanto o método mais utilizado o sistema de três linhas.

O sistema de três linhas (Figura 1) foi o primeiro sistema de produção comercial de cultivares híbridas em arroz, descrito por Yuan e Virmani (1988), utilizado na grande maioria dos híbridos de arroz comercial, com a utilização da heterose intercultivares.

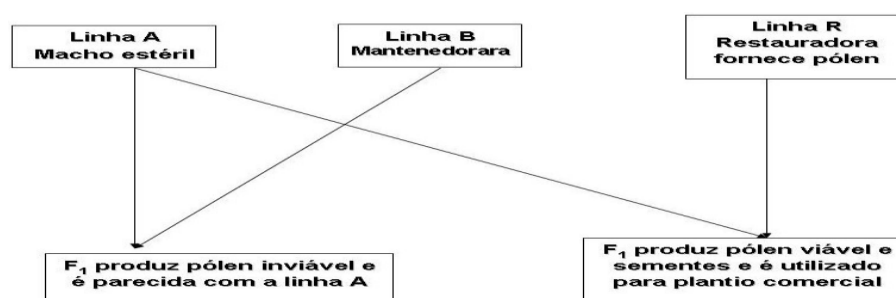
O sistema genético-citoplasmático de macho-esterilidade é formado por três linhagens: a linha macho-estéril (A), com o citoplasma estéril; linha mantenedora (B), quase idêntica à linha A, porém com o citoplasma fértil (macho-fértil com capacidade de manter a esterilidade da linhagem A), usada para multiplicar a linha A; e a linha

restauradora (R) (macho-fértil com a capacidade de restaurar a fertilidade da linhagem A), utilizada para polinizar as linhas A, produzindo assim, o híbrido F1 comercial fértil (COIMBRA et al., 2008). A combinação das linhagens A e B produzem sementes que vão originar plantas macho-estéreis, semelhantes à linhagem A, enquanto o cruzamento entre as linhagens A e R produz sementes híbridas que darão origem a plantas férteis (BRAGANTINI et al., 2001).

A linha A não produz pólen viável devido à interação entre genes do citoplasma e do núcleo, portanto chamada de macho esterilidade genética citoplasmática ou, simplesmente CMS (citoplasma macho estéril). A linhagem A é utilizada na produção de sementes híbridas como progenitor feminino, por não conter pólen fértil, sendo facilmente identificadas por apresentar panículas que podem não se exteriorizarem totalmente e sua porção basal permanecerem no interior da bainha da folha bandeira, suas anteras são pálidas ou brancas e murchas e o período de floração geralmente ocorre durante 7 dias. Já a linhagem B, denominada mantenedora é semelhante à linha CMS, porém possui grãos de pólen viáveis e sementes normais, por isso é usada como polinizador para a manutenção de uma linha CMS, não possuindo a capacidade de restaurar a fertilidade da geração F1. As panículas se exteriorizam totalmente da folha bandeira, as suas anteras são de cor amarela, espessas, e contém pólen, floresce 2-3 dias antes do que a linha CMS e sua floração dura cerca de 5 dias.

A linhagem R (restauradora) não possui genes de macho-esterilidade no citoplasma, mas sim genes em dominância no núcleo, capazes de restaurar a fertilidade no F1. O restaurador é considerado como doador de pólen, portanto progenitor de sexo masculino. A linha restauradora pode ser qualquer cultivar de arroz capaz de restaurar a fertilidade em F1 (OLIVEIRA, 2011). O programa de melhoramento genético da BASF utiliza a linhagem R como portador dos genes de interesse, através de cultivares GM.

Figura 1- Esquema do sistema três linhas para produção de arroz híbrido.



Fonte: Coimbra et. al, 2008.

Para esse processo de produção de sementes são executadas uma série de atividades, que são descritas por Virmani e Sharma (1993), como: o plantio da linhagem macho-estéril e da linhagem polinizadora em diferentes datas, para sincronizar a floração; corte das folhas-bandeira das plantas para melhorar a polinização; aplicação de ácido giberélico, para estimular a emissão das panículas; e auxílio manual à polinização com uma corda promovendo o movimento das panículas no período da floração, para aumentar a taxa de fecundação.

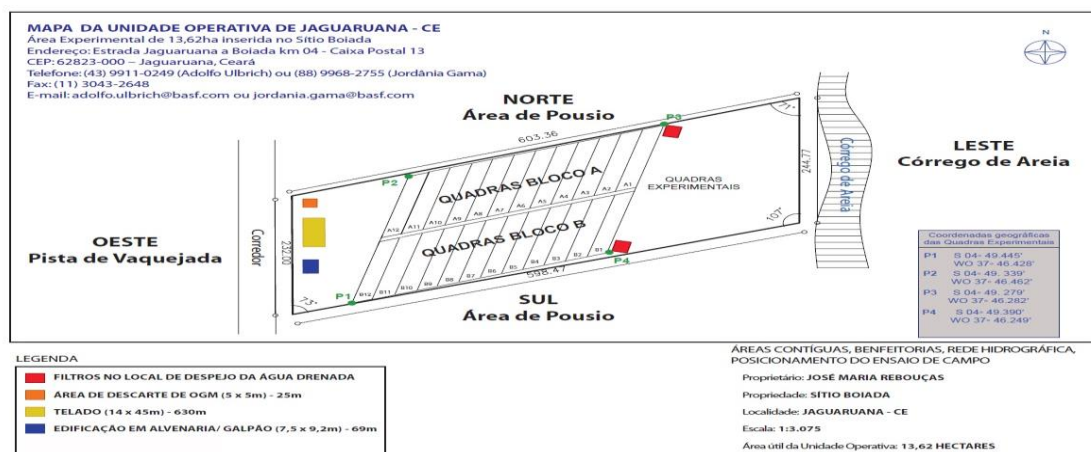
4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

A Unidade Operativa da empresa BASF S.A (Figura 2) é localizada no município de Jaguaruana/CE, ao leste do estado do Ceará, a 180 km da capital Fortaleza. Segundo Santos et. al (2012), o município situa-se na região do Vale do Jaguaribe, mas precisamente no Baixo Jaguaribe, com clima semiárido e altitude de 20 m, entre as coordenadas 4° 50' 02" S e 37° 46' 52" W. A Unidade Operativa conta com 13,62 ha, fazendo divisa ao Leste com o Córrego de Areia, a Oeste uma pista de vaquejada e ao Norte e Sul com áreas em pousio (Figura 2).

A escolha de Jaguaruana para instalação da Unidade Operativa foi principalmente por esta apresentar as condições ambientais que possibilitam mais de uma safra por ano.

Figura 2 - Mapa da Unidade Operativa da BASF em Jaguaruana - CE.



Fonte: Mendes, 2013.

4.2 PREPARO DA ÁREA E ADUBAÇÃO

Ao iniciar a produção de sementes híbridas a empresa submeteu com antecedência um cronograma de todas as atividades que foram desenvolvidas para a CTNBio, de acordo com a liberação planejada no meio ambiente (LPMA).

O preparo da área foi mecanizado, utilizando uma gradagem seguida de sistematização do solo (Figura 3) com lâmina niveladora, pois como se trata de arroz irrigado, é favorável que a lâmina de água na quadra de plantio seja permanente e

uniforme, tanto para o desenvolvimento homogêneo das plantas como auxiliando no controle de plantas daninhas. Após o preparo do solo, realizou-se a construção das taipas, com implemento apropriado (Figura 4), fundamental para a irrigação por inundação.

Figura 3 - Sistematização do solo na área experimental de produção de sementes, visando ao controle da lâmina de irrigação na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

Figura 4 - Levantamento de taipas visando controle da lâmina de água na área experimental da Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

A demarcação da área de plantio (Figura 5) obedece a distância mínima exigida pela CIBio da empresa, que são 213,4 metros distante de áreas comerciais da cultura. A CTNBio exige e considera 50 metros suficiente para evitar o fluxo gênico. A área foi demarcada com auxílio de trena e piquetes, alinhando corretamente o espaço onde

posteriormente foi feito o transplântio das mudas.

Figura 5 - Demarcação da área para produção de sementes, na Unidade Operativa de Jaguaruna – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

A adubação de fundação foi manual (Figura 6) realizada 5 dias antes do transplântio, onde de acordo com a análise de fertilidade do solo, foram aplicados 250 kg/ha de fósforo e 200 kg/ha de potássio.

Figura 6 - Adubação de fundação aplicada manualmente na área para produção de sementes da Unidade Operativa de Jaguaruna – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

4.3 SEMEADURA

Ao iniciar o estágio foram ministrados treinamentos de biossegurança e protocolos internos. Estes treinamentos habilitam os funcionários e estagiários a manusearem as sementes transgênicas, que podem ser pesquisadas pela unidade operativa da Basf de Jaguaruana por possuir CQB.

As sementes utilizadas para produção de híbridos foram enviadas pela empresa CropDesign, da BASF Plant Science, que chegaram no Brasil e passaram por quarentena no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), período necessário para realização do monitoramento fitossanitário. Ao chegarem à Unidade Operativa de Jaguaruana devidamente identificadas, por conterem pequeno número, são multiplicadas através da autofecundação (Figura 7) com auxílio de sacos plásticos de polinização para evitar contaminação.

Figura 7 - Multiplicação de sementes através de autofecundação na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

As cultivares utilizadas como fêmeas nos cruzamentos foram multiplicadas através do cruzamento das linhagens A e B, conforme descrito anteriormente no sistema de produção de híbridos três linhas.

A semeadura foi realizada manualmente com uma semente por célula em bandejas de 128 células (Figura 8), com substrato composto por casca de pinus, vermiculita, superfosfato simples e nitrato de potássio. Na semeadura, todo

procedimento foi realizado dentro da sala de manuseio de amostras com CQB da Unidade Operativa de Jaguaruana.

Figura 8 - Semeadura de arroz em bandejas, no laboratório de processamento de sementes da Unidade Operativa de Jaguaruana - CE.



Fonte: Foto do autor.

As bandejas foram identificadas com duas etiquetas e levadas à área de viveiro da Unidade (Figura 9), também com CQB, onde as mesmas foram irrigadas por aspersão duas vezes ao dia, mantendo boa umidade para garantir a germinação e boa formação das mudas.

Aos 10 e 17 dias após a semeadura (DAS) foram realizadas adubações nitrogenadas com ureia (45% de N), diluída na concentração de 1 g/l de água.

Figura 9 - Viveiro de produção de mudas localizado na Unidade Operativa de Jaguaruana - CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

4.4 TRANSPLANTIO DAS MUDAS

O transplântio foi realizado após 21 DAS (Figura 10), quando as plantas apresentavam em média quatro folhas.

Figura 10 - Transplântio das mudas de arroz para produção de sementes híbridas na Unidade Operativa de Jaguaruna – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

A semeadura e consequentemente o transplântio ocorreram de forma escalonada para a obtenção do sincronismo de floração das linhagens fêmeas e machos. Como se trabalha com materiais de diferentes ciclos, o transplântio das fêmeas ocorreu de acordo com a sua precocidade e escalonando o plantio dos machos em três vezes, distantes 7 dias.

A irrigação utilizada foi por inundação contínua, onde a lâmina de água dos tabuleiros ficaram constantemente em média 5-7 centímetros, evitando o surgimento de plantas daninhas e favorecendo o sucesso da cultura, pois fisiologicamente as plantas apresentam estruturas especiais denominadas aerênquimas, possibilitando trocas gasosas tanto por suas folhas quanto pelas raízes.

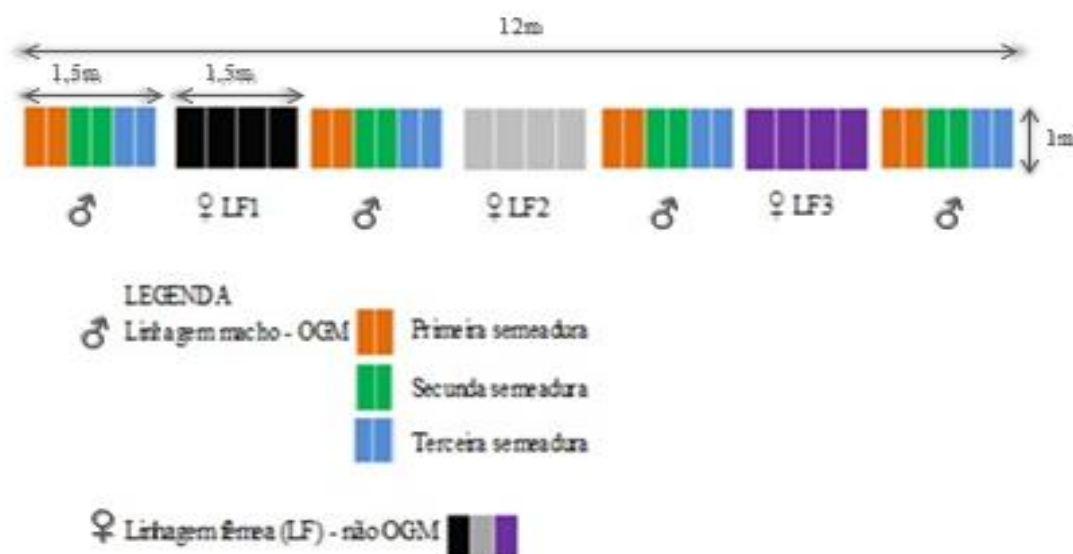
Na produção de sementes híbridas, foram feitos cruzamentos de machos GM com diferentes variedades de arroz convencional utilizadas como fêmeas (macho estéril).

O escalonamento do plantio do macho foi realizado em três datas diferentes, separadas por sete dias cada, de modo que o segundo plantio coincida teoricamente com o ciclo da fêmea, e caso ocorra algum fenômeno que o retarde ou acelere, há o macho plantado antes ou depois respectivamente para a ocorrência do sincronismo perfeito,

com fecundação satisfatória no cruzamento. Para cada macho foi plantado duas fileiras por vez, totalizando seis fileiras de machos em cada lado da fêmea, que por sua vez, foram semeadas 6 fileiras de uma única vez.

Neste esquema (Figura 11), para cada entrada foram utilizadas variedades de fêmeas distintas, alternadas por machos, que ficaram dispostos no início e no final de cada entrada, para garantir o fluxo de pólen e por tanto fecundação das fêmeas.

Figura 11 - Esquema de parcela experimental para produção de híbridos de arroz pela BASF.



Fonte: Mendes, 2013.

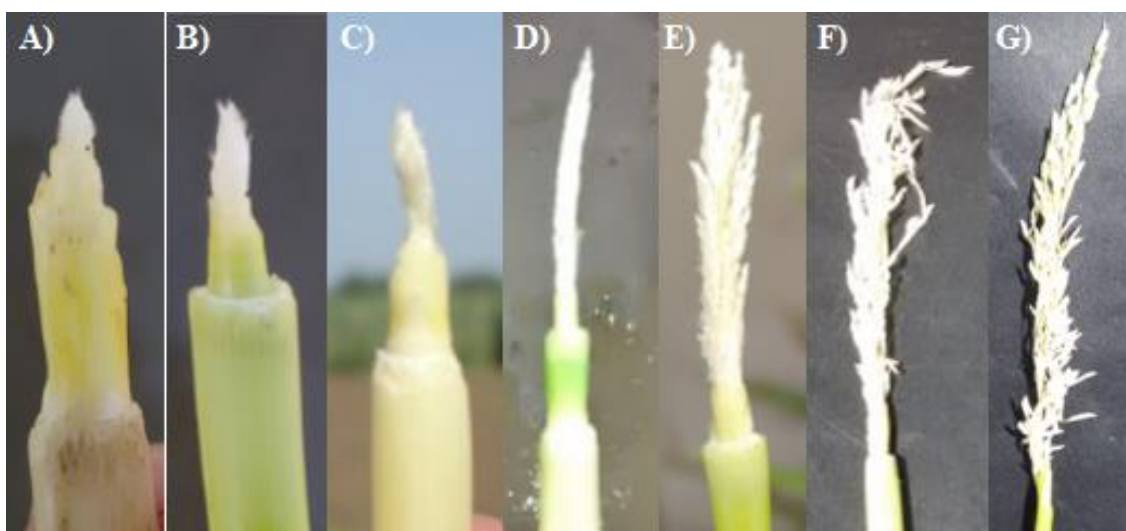
4.5 TRATOS CULTURAIS E AVALIAÇÕES DE CAMPO

Foram feitas adubações de cobertura de acordo com a análise de solo com sulfato de amônia (20,5% de N) parcelada em três aplicações: sendo a primeira, três dias após o transplântio (65 kg/ha de nitrogênio); a segunda 41 DAS (65 kg/ha de nitrogênio) e a terceira aplicação no enchimento dos grãos (50 kg/ha de nitrogênio). O monitoramento da cultura em campo foi constante, realizando aplicações de defensivos agrícolas registrados quando na ocorrência de infestação de pragas e doenças antes do nível que trouxesse qualquer prejuízo ao rendimento do ensaio, garantindo a qualidade final da semente produzida.

Uma das principais avaliações realizadas na produção de híbridos é a determinação da iniciação de panícula, feita próximo a fase de diferenciação floral

(Figura 12). Realizou-se esta atividade três vezes por semana até as plantas atingirem o último estágio, escolhendo-se de maneira aleatória uma planta por parcela e o perfilho com maior altura desta. Em seguida inclina-se o perfilho 90 graus e puxa-o, retirando as folhas até visualizar a iniciação floral e enquadra-la no estágio da panícula. Existem oito estádios de desenvolvimento de panícula, sendo que o estágio 1 não é perceptível a olho nu. Do estágio 1 para o estágio 2 a planta demora 6 dias, enquanto nos demais estádios as plantas demoram 3 dias, com exceção do estágio 8, que também necessita de 6 dias até atingir a floração.

Figura 12 - Escala de avaliação de iniciação de panícula do arroz, em Jaguaruana – CE. A) Estádio 2; B) Estádio 3; C) Estádio 4; D) Estádio 5; E) Estádio 6; F) Estádio 7; G) Estádio 8.



Fonte: Freitas Júnior, 2015.

A determinação da iniciação de panícula é de suma importância para a correção do não sincronismo das linhagens no florescimento, para isto pode-se usar: para atrasar a floração de 1-3 dias a aplicação de Nitrogênio; e para adiantar a floração de 1-3 dias a aplicação de Potássio. Estes tratamentos devem ser aplicados, se for o caso, logo no início da diferenciação floral, no estágio 2.

Foi feito o corte da folha bandeira (Figura 13) das fêmeas quando verificado 10% de florescimento destas, para melhor circulação dos grãos de pólen e fecundação das fêmeas, pois esta folha dificulta a passagem do pólen, aumentando o número de sementes chochas. Complementarmente, quando necessário, aplica-se ácido giberélico para maior crescimento e alongação das panículas, propiciando melhor eficiência na dispersão do pólen.

Figura 13 - Corte da folha bandeira da planta de arroz por ocasião da aplicação de ácido giberélico na panícula. Unidade Operativa de Jaguaruna – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

Antes do florescimento dos materiais, instalou-se entre os eventos, uma barreira plástica (Figura 14) com 2,00 metros de altura para evitar a dispersão de pólen do macho de uma fêmea, para outras fêmeas, evitando contaminações entre materiais. É importante que o plástico seja translúcido, para que não cause prejuízos a fotossíntese. Outra barreira instalada foi a rede de proteção contra pássaros sobre todo o ensaio, colocada antes da fase de maturação dos grãos, evitando assim que grãos sejam dispersos.

Figura 14 - Barreira entre diferentes eventos visando impedir a contaminação. Unidade Operativa de Jaguaruna – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

Após o término do florescimento e fecundação das fêmeas, destruíram-se os machos cortando-os próximo ao solo, e continuando o cultivo das linhagens macho estéril com posterior colheita das mesmas para a obtenção das sementes híbridas.

4.6 COLHEITA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES

Ao atingir a maturação fisiológica, as sementes foram colhidas manualmente (Figura 15), cortando-se as plantas fêmeas e trilhando-as em recipientes plásticos no mesmo local onde foram cultivadas. O ponto de colheita ocorreu com as sementes apresentando entre 18% e 22% de umidade e dois terços dos grãos da panícula maduros, pois com umidade superior a esta faixa as sementes estariam imaturas e caso muito inferior, as sementes perderiam o vigor, havendo inclusive a degrana natural.

Figura 15 - Colheita manual de arroz, na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE, no primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

No ato da colheita as sementes passaram por uma pré-limpeza, removendo as impurezas e colocadas em envelopes de papel com identificação dupla, usando as etiquetas da própria parcela. Os envelopes foram levados ao laboratório e dispostos ao ar livre para secagem natural ao sol até atingirem umidade de 12-13%, quando se realizou a limpeza, pesagem e contagem das sementes colhidas.

A limpeza das sementes ocorreu no equipamento com coluna de ar (Figura 16), onde se separou as sementes das palhas, cascas, sementes chochas e demais impurezas trazidas do campo.

A contagem das sementes de cada envelope foi realizada mecanicamente com equipamento contador de sementes eletrônico (Figura 17), em seguida pesadas em balança de precisão e armazenadas na câmara fria da Unidade Operativa.

Figura 16 - Equipamento com coluna de ar, para limpeza das impurezas pertencente a Unidade Operativa da BASF Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

Figura 17 - Equipamento para contagem de sementes de arroz pertencente a Unidade Operativa da BASF Jaguaruana – CE. Primeiro semestre de 2015.



Fonte: Foto do autor.

Após a colheita, os restos culturais foram incorporados ao solo, iniciando o período de monitoramento da área que tem duração de seis meses, destruindo qualquer planta de arroz que por ventura germine na área.

As sementes híbridas oriundas dos cruzamentos feitos na Unidade Operativa da BASF em Jaguaruana-CE, são transportadas a Unidade Operativa de Limoeiro do Norte-CE para realização da semeadura, obtendo-se os resultados referentes ao rendimento de cada cultivar desenvolvida.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do estágio na BASF S.A., na área de biotecnologia vegetal, foi possível a oportunidade de acompanhar o processo de produção de híbridos de arroz, conhecendo e aplicando as inovações tecnológicas desenvolvidas pela empresa.

A oportunidade de estagiar em uma empresa bem conceituada no mercado de trabalho foi importante por possibilitar uma boa preparação profissional, pois além do conhecimento adquirido sobre o melhoramento genético da cultura, também proporcionou várias vivências de trabalho em grupo.

O estágio na cidade de Jaguaruana-CE, possibilitou uma experiência muito gratificante no sentido de aprimorar conhecimentos técnicos adquiridos no decorrer da graduação aliando-se com as práticas vivenciadas.

REFERÊNCIAS

- ALONÇO, A.S. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/index.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- AZAMBUJA, I. H. V. **Evolução da produtividade do arroz irrigado no RS e meios para sua continuidade**. In: ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA. Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo. Cultura do arroz. Porto Alegre, 2002.
- BERTAN, I. **Distância genética como critério para escolha de genitores em programas de melhoramento de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Pelotas, 2005. 93p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas.
- BRAGANTINI, C.; GUIMARÃES, E.P.; CUTRIM, V.A. Produção de sementes macho-estéreis em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.273-277, 2001.
- BROOKES, G.; BARFOOT, P. **GM Rice: Will this lead the way for global acceptance of GM crop technology?** ISAAA, Briefs n. 28. ISAAA, Ithaca, NY, 2003. 55 p.
- COIMBRA, J. L. M.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R. R.; KOOP, M. M.. Heterose em arroz híbrido. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p.257-264, 2006.
- COIMBRA, J.L.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, Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de Safras 2015**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_gaos_setembro_2015.pdf> Acesso em: 02 de nov. 2015.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de Safras 2014/15**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_18_03_00_perspectivas_2014-15.pdf> Acesso em: 30 de mar. 2015.
- FREITAS JUNIOR, F. G. **Produção de sementes híbridas de arroz transgênico em Jaguaruana – CE**. Relatório de estágio supervisionado (Graduação em Engenharia Agrônômica). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 44p. 2015.

GALLI, J. **Origem, distribuição e domesticação do arroz**. Lavoura Arrouzeira, Porto Alegre, v. 31, n. 307, p 63-68, 1978.

INFELD, J.A. et al. Temperatura base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6,n.2, p.187-191, 1998.

JORIO, L. Um grão de arroz cheio de esperança. **Swissinfo**, 26 jul. 2014. Disponível em:<<http://www.swissinfo.ch/por/um-gr%C3%A3o-de-arroz-cheio-de-esperan%C3%A7a/4013012>> Acesso em: 10 mar. 2015.

KHUSH, G. S. Origin, dispersal, cultivation of rice. **Plant Molecular Biology**. Belgium, v. 35, p.25-34. 1997.

MAGALHÃES JR., A. M. de; TERRES, A.L.; FAGUNDES, P.R.R.; FRANCO, D.F.; ANDRES, A. Aspectos genéticos, morfológicos e de desenvolvimento de plantas de arroz irrigado. In: GOMES, A da S. e MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (eds.). A cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, EMBRAPA, 2004. pág. 143-160.

MENDES, M. A. **Produção de híbridos de arroz irrigado no Ceará**. Umuarama, PR, Relatório de estágio supervisionado em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, 2013.

NASCIMENTO, W. F. **Caracterização morfoagronômica de acessos de arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas**. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 83p. 2008.

OLIVEIRA, C. G. K. **Produtividade de arroz híbrido em função da contaminação genética e densidade de semeadura**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 28p. 2011.

PEDROSO, B. A. **Arroz Irrigado: obtenção e manejo de cultivares**. Porto Alegre: Sagra. 1982. 175p.

PEREIRA, J.A. **Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história**. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2002, 226p.

ROSCHEVICZ, R. J. A contribution to the knowledge of rice. **Bulletin of Applied Botany of Genetics and Plant Breeding**. Leningrad, v. 27, p. 119-133, 1931.

SANTOS, F. S. S.; PEIXOTO, M. L. L. F.; FERREIRA, A. L. L.; FREIRE, F. G. C.; CELEDÔNIO, C. A.; LIMA, R. M. S.. Variação climática do município de Jaguaruna-CE em função do armazenamento de água no solo. **Resumo do congresso Inovagri International Meeting**, Fortaleza, 2012.

SANTOS, A.B.; STONE, L.S.; VIEIRA, N.R.A.; **A cultura do arroz no Brasil**, 2º Ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SHULL, G. H. The composition of a field of maize. **American Breeding Association Reports**, Madison, v.4, p.296-301, 1908.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, Bento Gonçalves, RS. Porto Alegre: SOSBAI, 2010.

VAUGHAN, D.A.; CHANG, T.T. **Collecting the rice gene pool**. In: GUARINO, L.; RAMANATHA RAO, V.; REID, R. Collecting plant genetic diversity: technical guidelines. Wallingford: CAB International, 1995. p. 659-675.

VIRMANI, S. S.; SHARMA, H. L. **Manual for hybrid rice seed production**. Manila: IRRI, 1993. 57 p.

YUAN, L. P.; VIRMANI, S. S. Status of hybrid rice research and development. In International Rice Research Institute. **Hybrid rice**. Philippines, 1988, p.7-24.