



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA**

LUCIANA FERREIRA DE LIMA

**PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO EM
JAGUARUANA - CE**

FORTALEZA

2015

LUCIANA FERREIRA DE LIMA

**PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO EM
JAGUARUANA - CE**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentada ao Programa de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador Pedagógico: Eng. Agr. Dr. Prof.
Alexandre Bosco.

Orientador Técnico: Eng. Agr. Dr. Amauri
Schmitt.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L698p Lima, Luciana Ferreira de.
 Produção e beneficiamento de sementes de arroz híbrido em Jaguaruana - CE / Luciana Ferreira de Lima. – 2015.
 35 f. : il. color.
- Relatório (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2015.
 Orientação: Prof. Dr. Alexandre Bosco.
 Coorientação: Dr. Amauri Schmitt.
1. Arroz híbrido. 2. Alimentos - Biotecnologia. I. Título.

LUCIANA FERREIRA DE LIMA

**PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE ARROZ HÍBRIDO
EM JAGUARUANA - CE**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentada ao Programa de Graduação
em Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovada em: 12/06/2015.

BANCA EXAMINADORA

[Redacted Signature]

Eng. Agr. Dr. Prof. Alexandre Bosco (Orientador Pedagógico)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

[Redacted Signature]

Eng. Agr. Dr. Amauri Schmitt (Orientador Técnico)
BASF S. A.

[Redacted Signature]

Eng. Agr. Dr. Prof. Alek Sandro Dutra (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

[Redacted Signature]

Eng. Agr^a. Mestranda Jéssica Soares Pereira (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por ser minha fortaleza e me dá forças durante esta caminhada.

Aos meus pais (José Carlos e Raimunda) e irmãos (Luana e Leonardo), com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Agradeço também ao meu namorado, Fábio Costa Farias, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Alexandre Bosco, Eng. Agr. Dr. Amauri Schmitt, Prof. Dr. Alek Sandro e Eng. Agr. Jéssica Soares pela disponibilidade e sugestões apresentadas.

Ao grupo Ceflor sob orientação Prof. Roberto Takane e aos membros Rebeca, Adriely, Cyro, Rosana, Natalia por ter me acolhido. Ao Anderson que sempre me ajudou nessa caminhada.

Aos meus Agronomigos Andréia, Arilson, Fidel, Maraiza, Rafael, Rodrigo, Walisson, Wesley da turma de graduação que me acompanharam e estiveram comigo durante essa jornada nos momentos de estudos, descontração, amizade e companheirismo dentro e fora da sala de aula.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela oportunidade de estudar em uma universidade pública, e gratuita e a todo o corpo de funcionários.

À BASF S. A., pela oportunidade e conhecimento adquirido durante o estágio. Em especial Eng. Agr. MSc Jordânia, Eng. Agr. Eric Batista e Eng. Agr. Dr. Amauri Schmitt. e a B.O. Dantas Agro Serviços e os amigos conquistados durante esse período de seis meses.

A todos que direto ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das espécies mais cultivadas e consumidas no mundo, destacando-se como segundo cereal mais consumido e componente da alimentação diária de metade da população mundial. No Brasil, o arroz é cultivado em dois ecossistemas: o de várzeas e terras altas. Os primeiros estudos genéticos com o arroz foram realizados na Indonésia, e no Brasil no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), onde somente na década de 60 as pesquisas se iniciaram na região Nordeste. O arroz é uma planta autógama, que exige a utilização efetiva do sistema de macho-esterilidade para desenvolver e produzir híbridos F1 em escala comercial resultante do cruzamento de dois parentais geneticamente distintos, através do sistema de três linhas (A, B e R) ou sistema macho estéril (CMS). Devido à importância da produção de híbridos e a descoberta de novas tecnologias, o programa de melhoramento da BASF (Fábrica de Anilina e Soda de Baden) visa o desenvolvimento e fornecimento de biotecnologias que acrescentem o rendimento na produção de sementes híbridas (F1) de arroz geneticamente modificado, subespécie índica (Hsien). O estágio foi realizado na BASF S.A. com biotecnologia de plantas nas unidades operativas localizadas no Ceará - Jaguaruana e Limoeiro do Norte entre os meses de janeiro a junho de 2015, onde foram desenvolvidos ensaios com a cultura do arroz como produção de sementes híbridas de arroz, multiplicação de sementes transgênicas e ensaios de rendimento. As atividades desempenhadas nas unidades BASF S. A no estado do Ceará foram as seguintes: monitoramento das áreas (biossegurança do projeto); plantio de parcelas experimentais com variedades indicadas; busca de áreas experimentais adequadas e manutenção dos ensaios de competição; demarcação da área experimental de acordo com o protocolo; colheita das parcelas experimentais e tabulação de dados para análise; avaliações pós-colheita; auxílio nas atividades de armazenamento da unidade e suporte a visitas nos ensaios. A partir da experiência de campo diante das atividades desenvolvidas e executadas propostas pela empresa, foi possível adquirir um grande conhecimento de campo, sobre as atividades e todas as etapas da produção de sementes híbridas na cultura do arroz.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Macho-esterilidade. Transgênico.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most cultivated species and consumed in the world, standing out as the second most consumed cereal and daily food component of half the world's population. In Brazil, rice is grown in two ecosystems: the flood plains and highlands. The first genetic studies of rice were carried out in Indonesia, and in Brazil at the Instituto Agronômico de Campinas (IAC), which only in the 60's research began in the Northeast. Rice is an autogamous plants, which require the use of effective male sterility system to develop and produce F1 hybrids on a commercial scale resulting from crossing two genetically different parent through the three line system (A, B, and R) or male sterile system (MSS). Because of the importance of the production of hybrids and the discovery of new technologies, the improvement program of the BASF (Badische Anilin und Soda-Fabrik) aims at developing and providing biotechnology that add yield in hybrid seed production (F1) rice genetically modified, Indica subspecies (Hsien). The internship was carried out at BASF S. A. with plant biotechnology in the operating units located in Ceará - Jaguaruana and Limoeiro do Norte between the months January to June of 2015, which were developed trials with rice cultivation and production of hybrid seeds of rice, multiplication of transgenic seeds and income trials. The activities performed in BASF S. A. units in the state of Ceará were: monitoring areas (project biosafety); planting experimental plots with specified varieties; search of suitable experimental areas and maintenance of competition tests; demarcating the experimental area according to the protocol; harvest the plots and entering data for analysis; post-harvest assessments; aid in the storage unit and support activities to visitors at rehearsals. From the field experience on the developed and implemented activities proposed by the company, it was possible to acquire a large field of knowledge on the activities and all stages of production of hybrid seeds in rice.

Keywords: *Oryza sativa*. Male sterility. Transgenic.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Representação esquemática da planta de arroz..... | 12 |
| Figura 2 – Fases fenológicas da planta de arroz..... | 12 |
| Figura 3 – Sistema três linhas para produção de arroz híbrido..... | 15 |
| Figura 4 – Rede de proteção na área experimental..... | 21 |
| Figura 5 – Área de descarte..... | 22 |
| Figura 6 – Área em monitoramento..... | 22 |
| Figura 7 – Preparo da área experimental..... | 23 |
| Figura 8 – Demarcação da área experimental..... | 24 |
| Figura 9 – Semeadura..... | 25 |
| Figura 10 – Muda pronta para transplântio..... | 25 |
| Figura 11 – Disposição do arroz na produção de híbrido..... | 26 |
| Figura 12 – Local de armazenamento de defensivos agrícolas..... | 27 |
| Figura 13 – Avaliação de PI (Iniciação da Panícula)..... | 28 |
| Figura 14 – Estádio de desenvolvimento da panícula..... | 28 |
| Figura 15 – Barreira plástica e corte da folha bandeira..... | 29 |
| Figura 16 – Avaliação realizada no ensaio de rendimento..... | 30 |
| Figura 17 – Provedor de arroz..... | 30 |
| Figura 18 – Colheita..... | 31 |
| Figura 19 – Beneficiamento da semente..... | 32 |
| Figura 20 – Armazenamento das sementes..... | 32 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| BASF | Fábrica de Anilina e Soda de Baden |
| CIBio | Comissão Interna de Biossegurança |
| CMS | Citoplasma Macho Estéril |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| CQB | Certificado de Qualidade de Biossegurança |
| CTNBio | Comissão Técnica Nacional de Biossegurança |
| DAS | Dias Após a Semeadura |
| DAP | Dias após o Plantio |
| DPF | Diferenciação do Primórdio Floral |
| GM | Geneticamente Modificado |
| IAC | Instituto Agrônômico de Campinas |
| IANE | Instituto Agrônômico do Nordeste |
| IRGA | Instituto Rio Grandense do Arroz |
| LPMA | Liberação Planejada no Meio Ambiente |
| OGM's | Organismos Geneticamente Modificados |
| VIB | Instituto de Biotecnologia Flandres |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 BASF S.A | 17 |
| 3 DESENVOLVIMENTO | 19 |
| 3.1 Atividades | 19 |
| 3.1.1 Biossegurança | 19 |
| 3.1.2 Preparo da Área | 22 |
| 3.1.3 Semeadura | 24 |
| 3.1.4 Transplântio | 25 |
| 3.1.5 Tratos Culturais | 26 |
| 3.1.5.1 Adubação | 26 |
| 3.1.5.2 Defensivos Agrícolas | 26 |
| 3.1.6 Avaliações | 27 |
| 3.1.6.1 Iniciação de Panícula (PI) | 27 |
| 3.1.6.2 Rendimento | 29 |
| 3.1.7 Colheita, Beneficiamento e Armazenamento | 31 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 33 |
| REFERÊNCIAS | 34 |

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é umas das espécies mais cultivadas no mundo, destacando-se como segundo cereal mais consumido e está presente em centenas de países. Produzido em todos os continentes, este cereal faz parte da alimentação diária de metade da população mundial (SCHMIDT, 2009). É um dos principais fornecedores de energia (cerca de 20%), devido à alta concentração de amido e proteínas (15%), é altamente nutritivo e de fácil ingestão pela população mundial, principalmente em países pobres ou em desenvolvimento (WALTER et al., 2008).

O arroz pertence ao gênero *Oryza*, tribo Oryzoideae e é uma angiosperma monocotiledônea da família *Poaceae* (*Gramineae*), com 23 espécies descritas. A classificação da *Oryza sativa* consiste de duas subespécies, índica (Hsien) e japônica (Kêng), que diferem em vários caracteres, tais como: tolerância às baixas temperaturas, à seca, ao acamamento, resposta a adubação em cultivares não melhoradas, habilidade para competir, taxa de crescimento, longevidade da semente, e eficiência de fotossíntese em folhas com o mesmo conteúdo de proteínas (KATO et al., 1928; MATSUO, 1997). O arroz que pertence ao grupo indica é o mais adaptado ao sistema irrigado e o mais cultivado nas regiões subtropicais como o Sri Lanka, as regiões sudoeste e central da China, a Índia, Java, Paquistão, Filipinas, Taiwan e em regiões tropicais, de um modo geral (SCHMIDT, 2009).

É uma planta adaptada a solos alagados, mas que se desenvolve bem em áreas com pouca disponibilidade de água, podendo ser encontrada na forma perene ou anual (MAGALHÃES et al., 2004). Apresenta raízes fasciculadas, caules redondos e ocos, folhas sésseis, limbo foliar plano e panícula terminal (FIGURA 1). Existem vários tipos de arroz: parbolizado, integral e polido. As classes do arroz comercial bastante aceito pelos consumidores são do tipo longo-fino polido, contudo existem outras classes como longo, médio e curto que muda de acordo com as dimensões dos grãos inteiros.

Figura 1 – Representação esquemática da planta de arroz

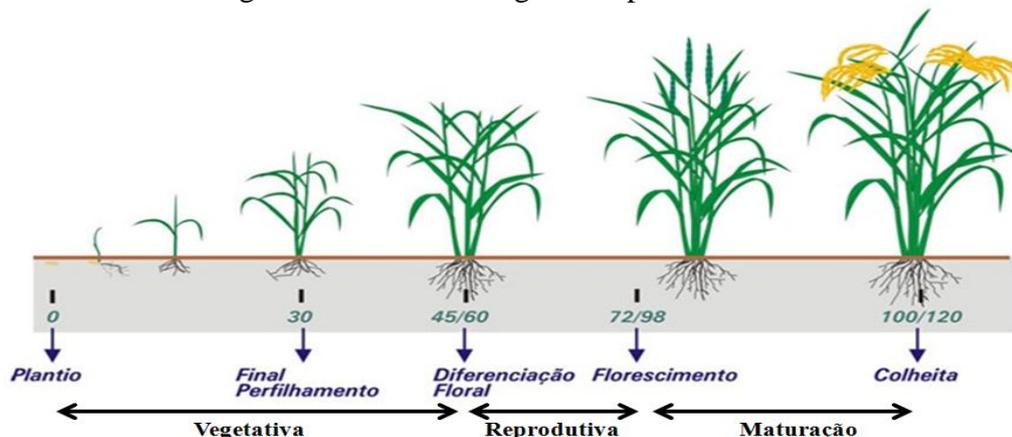


Fonte: FAO (2004).

De acordo com Guimarães *et al.*, (2002), a fase fenotípica do arroz é dividida em três fases: vegetativa, reprodutiva e de maturação (FIGURA 2). A fase vegetativa inicia na germinação da semente e vai até a diferenciação do primórdio floral (DPF); a fase reprodutiva compreende o período entre a DPF até o florescimento; e para fase de maturação vai do florescimento até o amadurecimento dos grãos.

Os grãos passam por três estádios como: grãos leitosos, grãos pastosos e grãos em massa dura. Considerando-se que o grão atingiu a maturação fisiológica quando está com o máximo acúmulo de matéria seca com a tonalidade marrom. A sua duração média é de 100 a 140 dias (ciclo), dependendo de vários fatores como o tipo de cultivar, época de semeadura, manejo adequado, região de cultivo e das condições de fertilidade do solo. Essa variação de ciclo entre cultivares ocorre principalmente no período vegetativo (SOSBAI, 2010).

Figura 2 – Fases fenológicas da planta de arroz



Fonte: adaptado de Counce *et al.* (2000), *apud* PINHEIRO e HEINEMANN [s.d.].

De acordo com dados da FAO, no mundo são plantados aproximadamente 158 milhões de hectares de arroz, com uma produção de 685 milhões de toneladas colhidas. A China é o maior produtor mundial de arroz. No ano de 2013, a Ásia ocupou o primeiro lugar no ranking, responsável por mais de 90% da produção mundial, seguido das Américas (5,9%), África (3,0%), Europa (0,5%) e Oceania (0,1%). O Brasil é o nono produtor mundial de arroz e o primeiro fora do continente asiático (FAO, 2013).

Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) 2014/15 estima a safra nacional de arroz de 12.399,5 mil toneladas com uma produtividade média de 5.320 kg/ha. A área cultivada com arroz no país está estimada em 2.330,9 mil hectares. O maior estado produtor do Brasil é o Rio Grande do Sul com 1.125,4 mil hectares, respondendo ainda por 69,1% da produção nacional. O Nordeste é a segunda maior região produtora de arroz com 510,3 mil hectares (CONAB, 2015).

No Brasil, o arroz é cultivado em todo território nacional e ocupa posição de destaque do ponto de vista econômico e social entre as culturas anuais. Seu cultivo é feito em dois ecossistemas: o de várzeas e de terras altas (EMBRAPA, 1981; GUIMARÃES e SANT'ANA, 1999). O ecossistema de várzeas subdivide-se em: a) arroz com irrigação controlada (arroz irrigado), no qual a cultura é irrigada por inundação e com o controle da lâmina de água até a maturação do arroz; b) arroz sem irrigação controlada (várzea úmida), em áreas parcialmente sistematizadas e/ou drenadas ou sem sistematização. Este sistema caracteriza-se pela dependência de água, proveniente da elevação natural dos rios, lagos e lençóis freáticos (PEREIRA, 2002). O ecossistema de terras altas pode ser em sistema de sequeiro tradicional ou sistema de sequeiro sob irrigação suplementar por aspersão (MORAES et al., 2004).

Os primeiros estudos genéticos com o arroz foram realizados por Van der Stock, na Ilha de Java, Indonésia, mas os trabalhos pioneiros de melhoramento propriamente ditos ocorreram no Japão, a partir de 1893, na Estação Experimental Agrícola Nacional (CHANG e LI, 1980). O primeiro método de melhoramento utilizado na cultura orizícola foi o de seleção de variedades nativas do Japão, seguindo-se o de seleção de linhagens puras. Com o advento da hibridação artificial, o programa japonês de melhoramento genético do arroz passou a utilizar o método de pedigree e, em seguida, os métodos de bulk e de mutação artificial (PEREIRA, 2002).

Em 1937 foram iniciados no Brasil, os programas de melhoramento genético da cultura do arroz, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em São Paulo (SP) e, em 1938, no Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), no Rio Grande do Sul. O primeiro priorizou as

pesquisas para o arroz de sequeiro, enquanto o segundo dedicou-se ao arroz irrigado por inundação contínua em várzeas (SOARES et al., 2004).

No Nordeste com os estados do Maranhão, Pernambuco e Alagoas as pesquisas só tiveram início na década de 60. Os primeiros trabalhos aconteceram na Estação Experimental de Pedreiras, no Maranhão, sob-responsabilidade do Instituto Agrônomo do Norte, na Estação Experimental de Alagoas e na Estação Experimental do Curado, em Pernambuco, sendo as duas últimas estações pertencentes ao Instituto Agrônomo do Nordeste (IANE) (MOTA et al., 1972 apud PEREIRA, 2002).

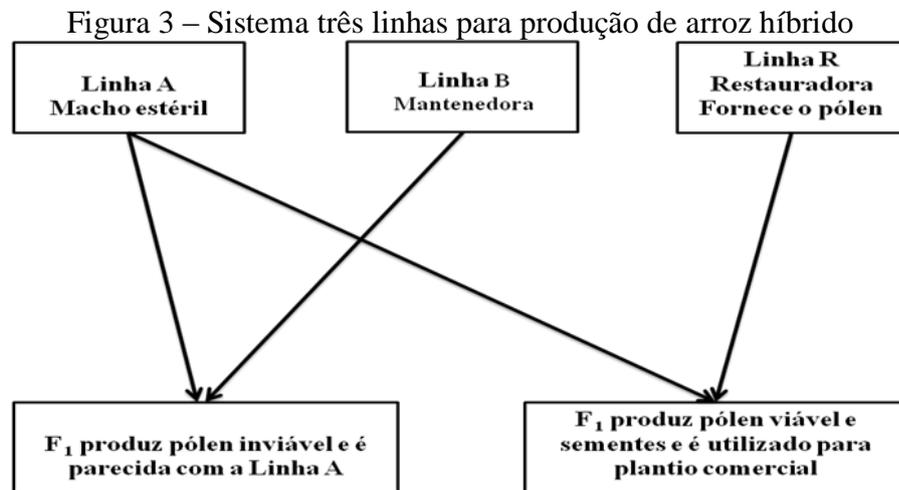
Os primeiros cruzamentos de arroz foram realizadas no IAC, em 1938, explorando variedades locais e inseridas. Boa parte do germoplasma de arroz de que o país dispõe para o melhoramento da espécie constitui-se das inúmeras iniciativas de introdução feitas pelos próprios colonizadores, sendo perpetuado pelo cultivo sucessivo nas comunidades que se estabeleceram pelo país afora, no processo de interiorização. Essas introduções evoluíram para variedades, e hoje são consideradas tradicionais contendo o efeito de inúmeras oportunidades de variação genética, ocorridas principalmente pelas misturas eventuais de sementes, seguidas de cruzamento natural. (SANTOS et. al., 2006). Tais variedades são utilizadas nos programas de melhoramento genético por possuírem características de interesse, principalmente aquelas relacionadas ao aumento de produtividade e genes de tolerância as adversidades edafoclimáticas.

A China foi o primeiro país no ano de 1976 a produzir e usar comercialmente o arroz híbrido com 150.000 ha (YUAN e VIRMANI, 1988). Segundo Coimbra *et al.* (2006), a produção comercial de arroz híbrido na China representa uma das maiores realizações para o melhoramento de plantas do último século. Ainda de acordo com Alcochete (2005), nos últimos 25 anos a tecnologia de híbridos em arroz tem contribuído significativamente para a segurança alimentar, proteção ambiental e redução de desemprego em países como a China.

O arroz é uma planta autógama, que exige a utilização efetiva do sistema de macho-esterilidade para desenvolver e produzir híbridos F1 em escala comercial. A tecnologia de produção de sementes de arroz híbrido difere muito da produção de sementes de variedades convencionais, pois resulta do cruzamento de dois parentais geneticamente distintos (SOARES, 2012).

O sistema de três linhas (A, B e R) ou sistema macho estéril (CMS) é o método mais popular utilizado para a produção de sementes híbridas em qualquer parte do mundo (COIMBRA et al., 2008). Foi o primeiro método descrito por Yuan e Virmani em 1988.

Esse sistema três linhas (FIGURA 3) consiste no cruzamento de três linhagens para a formação da F₁: linha macho-estéril (A), com o citoplasma estéril; linha mantenedora (B), quase isogênica a linha A, porém com o citoplasma fértil, usada para multiplicar a linha A; e finalmente, a linha restauradora (R), utilizada para polinizar as linhas A, produzindo assim, o híbrido F₁ comercial fértil (COIMBRA et al., 2008).



Fonte: COIMBRA *et al.* (2008).

A linha A constitui-se de uma linha de arroz, que não é capaz de produzir seu pólen viável, devido à interação entre os genes do núcleo e do citoplasma, sendo descrita como citoplasmática estéril do sexo masculino (CMS). É usado como um progenitor feminino de produção de sementes de arroz híbrido. A linha masculina estéril é usualmente chamada de linha CMS, o pai da semente, ou linha A. As panículas podem não se manifestar totalmente e sua porção basal permanece no interior da bainha da folha bandeira. As anteras são pálidas ou brancas e murchas. E o período de floração geralmente ocorre durante sete dias (VIRMANI e SHARMA, 1993).

A linha B é semelhante à linha CMS, exceto por possuir grãos de pólen viáveis e sementes normais. Esta linha é usada para polinizar e manter a linha CMS. A linha B não pode restaurar a fertilidade da geração F₁, quando cruzada com uma linha CMS. As panículas se manifestam totalmente da folha bandeira. As anteras são de cor amarela, gordas, e contém pólen. A linha B floresce dois a três dias antes da linha CMS e sua floração dura cerca de cinco dias (VIRMANI e SHARMA, 1993).

A linha R é formada por qualquer cultivar de arroz que restaura a fertilidade na F₁, onde quando cruzada com uma linha CMS é chamado de restaurador e também pode ser chamado de pólen pai, progenitor masculino, ou linha R. A linha R é usada como polinizadora

para o pai CMS, produzindo as sementes híbridas. A duração do crescimento pode ou não ser semelhante ao das linhas de CMS. As panículas manifestam-se totalmente para fora da folha bandeira (VIRMANI e SHARMA, 1993).

Esse processo, desenvolvido pelos chineses, para ser viabilizado no campo de produção de sementes, requer uma série de atividades que são descritas por Virmani e Sharma (1993) como: plantio da linhagem macho-estéril e da linhagem polinizadora em diferentes datas para sincronizar a floração; corte das folhas-bandeira para melhorar a circulação dos grãos de pólen; e aplicação de ácido giberélico para melhorar a emissão das panículas.

Segundo Bragantini *et al.* (2001), a produção de híbridos em arroz requer um sistema genético-citoplasmático de macho-esterilidade composto por três linhagens: uma macho-estéril (linhagem A), uma macho-fértil, com capacidade de manutenção da esterilidade da linhagem A, onde deve ser o mais semelhante possível à linhagem A que é conhecida como linhagem B e outra, também macho-fértil, mas com capacidade de restauração da fertilidade da linhagem A (linhagem R). A combinação das duas primeiras linhagens (A e B) produz sementes que originam plantas macho-estéreis (sementes da linhagem A), e o cruzamento entre as linhagens A e R produz as sementes híbridas que originam plantas férteis.

De acordo com Coimbra *et al.* (2008), a tecnologia de híbridos de arroz em outros países é amplamente utilizada, enquanto que no Brasil esta técnica tem sido usada recentemente, há cerca de no máximo quinze anos. Atualmente, busca-se um aumento no uso de citoplasmas macho-estéreis no melhoramento de plantas visando o incremento do vigor híbrido, sendo que o sistema de três linhas é o único a ser utilizado no Brasil, pois as condições climáticas não atingem as necessidades de métodos mais recentes como o de duas linhas.

Considerando-se a importância da produção de híbridos e a descoberta de novas tecnologias, o programa de melhoramento da BASF (Fábrica de Anilina e Soda de Baden) visa o desenvolvimento e fornecimento de biotecnologias que aumentem o rendimento na produção de sementes híbridas (F1) de arroz geneticamente modificado, subespécie indica.

O objetivo deste trabalho foi descrever a experiência adquirida no período de estágio, através da execução das atividades propostas pela empresa na produção de híbridos de arroz em Jaguaruana.

2 BASF S.A

A empresa Badische Anilin e Soda Fabrik (Fábrica de Anilina e Soda de Baden), conhecida mundialmente pela sigla BASF está celebrando 150 anos, foi criada em 1865 na Alemanha na cidade de Ludwigshafen por Friedrich Engelhorn para produzir corantes naturais de tecidos, que na época tinha uma grande demanda por parte das indústrias têxteis.

No Brasil, a empresa iniciou suas tarefas em 1911 no estado do Rio de Janeiro a partir da comercialização da substância anil, anilina e alizanina muito utilizada na indústria de couro e têxtil. As principais unidades se localizam em Guaratinguetá, São Bernardo do Campo, Indaiatuba, Jacareí e Vila Prudente.

Em 1914 foi inaugurando a Estação de Pesquisa Agrícola na cidade de Limburgerhof para pesquisar fertilizantes e fisiologia vegetal, abrindo assim o caminho para as atividades mundiais da BASF no campo da química agrícola.

Em 2014, o Grupo BASF empregava cerca de 112.000 funcionários em todo o mundo. Seu portfólio abrange desde produtos químicos, plásticos, tintas (proprietária da marca Suvinil no Brasil), gás e petróleo. A BASF conta com subsidiárias em mais de oitenta países e fornece produtos para parceiros de negócios em quase todas as partes do mundo.

Em relação à biotecnologia, o grupo BASF é um dos principais fornecedores mundiais de soluções de biotecnologia vegetal para a agricultura. Dentre seu grupo há duas empresas secundárias, a Plant Science e a CropDesign.

Plant Science se encontra na Carolina do Norte - EUA com cerca de 840 funcionários sendo uma das empresas líderes mundiais no desenvolvimento de biotecnologia de planta visando o aumento da produtividade e qualidade de culturas, como milho, soja e arroz.

CropDesign foi fundada em 1998 como uma “*spin-off*” do Instituto de Biotecnologia Flandres (VIB) e está localizada em Ghent na Bélgica. Desde junho de 2006 faz parte de BASF Plant Science, empregando mais de 130 pessoas. É uma empresa de biotecnologia agrícola que busca características agronômicas para os mercados de sementes comerciais globais.

No Estado do Ceará, a BASF S. A. possui duas unidades produtivas, uma implantada na cidade de Jaguaruana desde 2008 e outra na cidade de Limoeiro do Norte desde 2011, ambas localizadas aproximadamente a 200 km de Fortaleza. A diferença entre as estações são os ensaios de campos realizados. A primeira realiza ensaios de multiplicação e produção de híbridos já a segunda faz ensaios de rendimento do grão. Essas duas unidades

operativas são áreas arrendadas pela empresa exclusivamente para pesquisa agrícola com arroz e devidamente credenciadas com Certificado de Qualidade de Biossegurança (CQB 037/97) da BASF S.A. Além das duas cidades no Estado do Ceará, existem outras que realizam trabalhos voltados a esta questão do arroz geneticamente modificado como Navegantes, Pouso Redondo e Itajaí em Santa Catarina.

As unidades operativas do Ceará contam com o apoio de diversos profissionais como: engenheiros agrônomos, analista de Stewardship, técnicos agrícolas, estagiários (estudantes de agronomia), além de uma empresa terceirizada que fornece mão-de-obra para a realização das atividades de campo (B.O. Dantas Agro Serviços).

3 DESENVOLVIMENTO

O estágio foi realizado na BASF S. A. com biotecnologia de plantas nas unidades operativas localizadas no Ceará - Jaguaruana e Limoeiro do Norte entre os meses de janeiro e junho de 2015. Foram desenvolvidos ensaios com a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) como produção de sementes híbridas de arroz, multiplicação de sementes transgênicas e ensaios de rendimento.

Para a realização de atividades que envolvesse manipulação de material geneticamente modificado (GM) foi necessário treinamento específico para cada atividade, respeitando as indicações da empresa, ministrado por um Engenheiro Agrônomo e Analista de Stewardship.

As atividades desempenhadas nas unidades BASF S. A. no estado do Ceará foram as seguintes:

- I. Monitoramento das áreas visando a biossegurança do projeto;
- II. Plantio de parcelas experimentais com variedades indicadas;
- III. Busca de áreas experimentais adequadas para instalar ensaios e auxílio na implantação/preparo do ensaio e condução de ensaios;
- IV. Demarcação de área experimental de acordo com o protocolo descrito para aquele experimento;
- V. Manutenção e suporte a ensaios (adubação de cobertura, controle de pragas ou doenças, etc.);
- VI. Colheita de parcelas experimentais e tabulação de dados para análise;
- VII. Avaliações pós-colheita em sala de manuseio de amostra da unidade operativa de acordo com a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio);
- VIII. Auxílio nas atividades inerentes às salas de armazenamento da Unidade;

3.1 Atividades

3.1.1 Biossegurança

A expressão biossegurança teve seu uso a partir de 1970 com os avanços das tecnologias, em especial aquelas associadas à produção de transgênicos ou organismos geneticamente modificados (OGM's) e seus derivados, virtualmente causadores de efeitos adversos à saúde humana, animal e ao meio ambiente.

Biossegurança é o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação dos riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços. Esses riscos podem comprometer a saúde humana, dos animais, das plantas, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos (TEIXEIRA e VALLE, 2010).

OGM's tratam-se de uma tecnologia nova com conhecimentos científicos considerados ainda reduzidos, tornando uma análise criteriosa em respeito à liberação de plantas transgênicas para o consumo e plantio em larga escala devido ao risco à saúde humana e os efeitos desses produtos e serviços ao meio ambiente, respaldadas em estudos científicos, conforme prevê a legislação vigente. Assim, normas adequadas de biossegurança, licenciamento ambiental, mecanismos e instrumentos de monitoramento e rastreabilidade são necessários para assegurar que não haverá danos à saúde humana, animal e ao meio ambiente.

Há varias exigências e obrigações voltadas às pessoas, empresas e instituições que trabalham com OGM's, nas quais devem seguir rigorosamente sem descumprir nenhuma lei, evitando os problemas de segurança ambiental e à saúde humana. Estas exigências foram reunidas em instruções e resoluções normativas estabelecidas pela CTNBio com base na Lei Nacional de Biossegurança, e encontram-se nos cadernos de biossegurança e legislação.

Com a instalação da Comissão Interna de Biossegurança (CIBio) na instituição de direito privado ou pública que pretende manusear ou realizar atividades de pesquisas em regime de contenção (Laboratório) ou campo com OGM devem requerer junto a CTNBio o Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB). Para ter a certificação a comissão avalia as condições de biossegurança, infraestrutura adequadas, condições técnicas, científicas e financeiras para realização dos projetos. Com a finalidade de garantir a biossegurança e contenção do fluxo gênico para fora da área autorizada na própria empresa existe um setor especializado para a fiscalização das normas de biossegurança (Stewardship), que atua desde a semeadura das áreas até o final da colheita, a fim de garantir a biossegurança das áreas.

Assim seque algumas medidas de biossegurança para o controle de fluxo gênico que foram utilizadas durante a condução dos experimentos para que não ocorresse nenhum escape:

1. Identificação dos ensaios: foram identificados com placa contendo o símbolo do risco biológico, número do processo da CTNBio, número do extrato de parecer técnico, nome e telefone do técnico principal e a frase “proibida a entrada de pessoas não autorizadas”.
2. Segurança das unidades operativas: todas as áreas experimentais foram cercadas em

- toda a sua extensão com cerca de arame.
3. Isolamento: isolamento mínimo de 50 metros adjacente à bordadura, entre os experimentos com arroz GM e o eventual plantio de arroz comercial. Para garantia de segurança em um possível escape da área, o setor Stewardship da empresa determinou que esse isolamento fosse de 213,4 m.
 4. Filtros de contenção e Sistema de irrigação: todas as unidades operativas contaram com o sistema de irrigação, utilizando taipas e canal de drenagem da água para filtros de contenção, que era composto de uma caixa em alvenaria, dividido em três compartimentos com telas de diferentes espessuras fazendo a filtragem da água drenada. Os filtros foram construídos em pontos estratégicos nas extremidades das áreas evitando a dispersão de sementes e partes de plantas GM's.
 5. Rede de proteção (FIGURA 4): foi instalada uma rede de proteção anteriormente à fase de maturação dos grãos (estádio R7) sobre toda a extensão do experimento com intuito de impedir a entrada de animais.

Figura 4 – Rede de proteção na área experimental - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

6. Limpeza de vestimentas e de máquinas: as máquinas eram limpas após a realização de qualquer atividade tanto no plantio como na colheita. Roupas e botas eram limpas na saída de cada quadra com uma escova em cima de uma plataforma para que não ficasse nenhuma semente nas vestimentas.
7. Bordadura: foram feitas bordadura com 1,2 m de largura em torno dos experimentos com arroz convencional, sendo destruída com o término dos ensaios.
8. Descarte (FIGURA 5): os restos culturais foram incorporados ao solo e os materiais utilizados levados a uma área protegida e reservada para receber esse materiais que

tiveram contato com OGM's (bandejas, estacas, etiquetas etc).

Figura 5 – Área de descarte - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

9. Monitoramento (FIGURA 6): após o término do experimento, a área passou por um vazio sanitário durante um período de seis meses para detecção de possíveis germinações de plantas voluntárias de arroz, provenientes dos restos culturais. Para estimular a germinação de sementes GM's remanescentes, utilizou-se irrigação e enxada rotativa para revirar o solo, trazendo a semente de arroz que estava em camadas mais profundas para a superfície.

Figura 6 – Área em monitoramento - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

3.1.2 Preparo da Área

Para a produção de sementes, a empresa enviou um cronograma com procedimentos para a CTNBio, de acordo com a Liberação Planejada no Meio Ambiente

(LPMA), seguindo critérios mencionados no documento tais como a quadra que iria ser utilizada, a quantidade de eventos e todas as atividades que seriam realizadas no experimento.

No preparo da área (FIGURA 7) foram utilizados implementos tais como: enxada rotativa para destorroar o solo; plaina niveladora laser para proporcionar melhor sistematização do solo, tendo em vista o controle da lâmina de água (variando de 5 a 10cm). Para Marcolin & Macedo (2002), a lâmina de 7,5 cm proporciona maior produtividade de arroz, promovendo um plantio uniforme e a taipadeira foi usada para elevar as taipas e fazer as quadras. A largura da taipa foi de aproximadamente de 1,5m.

Figura 7 – Preparo da área experimental. A) Plaina Niveladora e B) Taipadeira - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

Para a demarcação das áreas (FIGURA 8) foi utilizado trena, piquetes, barbantes e estacas, onde o alinhamento foi ajustado utilizando o triângulo retângulo. Após essa demarcação a área recebeu adubação de acordo com análise de solo de macronutrientes (N, P e K). A área foi inundada até atingir a lâmina ideal para fazer o transplântio das mudas em bandejas no local identificado com as estacas. Por fim, foi feita a proteção com telas para que não ocorresse entrada de pássaros.

Figura 8 – Demarcação da área experimental - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

3.1.3 Semeadura

As sementes utilizadas nos experimentos na unidade operativa de Jaguaruana - CE eram originárias da Bélgica e ao chegar ao Brasil, passaram por um período de quarentena no IAC. Após esse período de monitoramento fitossanitário, foram enviadas para a unidade onde foram multiplicadas.

As sementes multiplicadas na unidade foram semeadas em substrato comercial em bandejas plásticas de prolipopileno com 128 células devidamente identificadas com no mínimo duas etiquetas. Após esse processo de multiplicação, as sementes receberam uma identificação com códigos de barras para que não ocorresse troca de materiais antes de serem usadas na produção dos híbridos. No material híbrido, utilizou-se etiqueta de coloração amarela, já no material não modificado, chamados de null, utilizou-se a cor branca.

A semeadura com material GM foi realizada na forma de contenção, dentro do laboratório de acordo com as normas estabelecidas pelo CQB, já as null foram semeadas a campo (galpão). Após a semeadura, as bandejas foram transportadas sobre tábuas até o viveiro, sendo irrigadas por microaspersão em média de três vezes/dia com água proveniente do rio Jaguaribe (FIGURA 9). A emergência das plântulas ocorreu por volta de 5 a 6 dia após a semeadura (DAS), permanecendo até 21 DAS e posteriormente transplantadas para o local definitivo.

Figura 9 – Semeadura. A) Laboratório; B) Galpão e C) Viveiro - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

3.1.4 Transplântio

Antes das mudas serem transplantadas, foram colocadas etiquetas em cada estaca onde a planta iria ficar, de acordo com o croqui enviado pela CropDesigner, para identificar cada parcela de modo que não ocorresse troca do material durante a realização das atividades.

As mudas foram levadas para o campo e o transplântio realizado manualmente 21 DAS, com aproximadamente quatro folhas definitivas (FIGURA 10). Para o experimento de produção de híbrido, o plantio de fêmeas (sem órgão masculino ativo) e machos ocorreu em épocas diferentes com o intervalo de sete dias. As parcelas de fêmeas foram transplantadas todas de uma única vez intercaladas com uma parcela de macho, para proporcionar um sincronismo da polinização (FIGURA 11).

Figura 10 – Muda pronta para transplântio - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

Figura 11 – Disposição do arroz na produção de híbrido - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

3.1.5 *Tratos Culturais*

3.1.5.1 *Adubação*

A adubação de fundação foi realizada cinco dias antes da primeira irrigação, segundo a análise de fertilidade do solo. Foram aplicados 250 kg/ha de fósforo, com a fonte Top-Phos (20% de fósforo) e 60 kg/ha de potássio sob forma de sulfato de potássio (50% de potássio, 45% de enxofre e 2,5% de cloro).

Na fase de mudas (viveiro) foram realizadas duas adubações nitrogenadas, tendo como fonte de nitrogênio a uréia (40% de N), utilizando-se 100 g de uréia para 100 litros de água aos 10 e aos 17 DAS.

No campo foram feitas três adubações de cobertura utilizando sulfato de amônia (20,5% de N) como fonte de N: 65 kg/ha três dias após o transplantio; 65 kg/ha no estágio V5 para V6, aproximadamente 41 DAS e 50 kg/ha no estágio R4, quando ocorreu a antese.

3.1.5.2 *Defensivos Agrícolas*

Pra manter elevada a produtividade de grãos, às vezes são utilizadas substâncias químicas também conhecidas como agrotóxicos, com a finalidade de deter pragas e doenças existentes na agricultura (BERGAMIN *et al.*, 1995).

O uso de defensivos agrícolas foi realizado sempre que se verificou a infestação de pragas e doenças, procurando evitar danos nos experimentos e garantir a melhor qualidade final da semente. Todos os produtos utilizados eram registrados para a cultura do arroz e

armazenados em local com acesso restrito, fechado, arejado e devidamente identificado (FIGURA 12). As pragas que aconteceram com maior frequência nas áreas plantadas foram percevejos e lagartas. O ataque de percevejos ocorre no colmo na forma de pontuações de coloração marrom e foi controlado com piretróides, já para o controle de lagartas utilizou-se Tiametoxam e Lambda-cialotrina. A doença mais comum na cultura do arroz é causada por um fungo denominado brusone, que não ocorreu na área, pois as condições climáticas da região não favorecem o desenvolvimento desta doença.

Figura 12 – Local de armazenamento de defensivos agrícolas - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

3.1.6 Avaliações

3.1.6.1 Iniciação de Panícula (PI)

A avaliação da iniciação da panícula (PI) foi feita na produção de híbridos de arroz, iniciando-se geralmente com o desenvolvimento do primórdio floral. Essa avaliação foi realizada duas a três vezes por semana, anotando-se no caderno de campo o desenvolvimento de todas as parcelas presente na área até atingir o desenvolvimento da panícula. As plantas avaliadas foram escolhidas aleatoriamente retirando o perfilho que continha a folha mais alta (folha bandeira), inclinando o mesmo a 90° graus e puxando perpendicularmente ao corpo, sendo retiradas todas as folhas até a verificação da iniciação floral. Esse procedimento foi realizado com o intuito de verificar o desencontro do florescimento entre as plantas fêmeas e macho para possibilitar a posterior utilização de alguns artifícios para que acontecesse o sincronismo (FIGURA 13).

Figura 13 – Avaliação de PI - BASF, Jaguaruana/CE

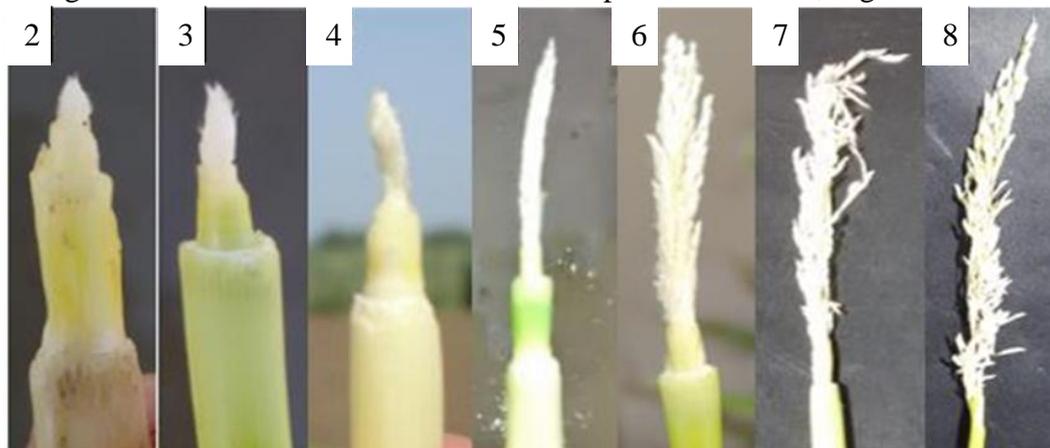


Fonte: Lima, L. F. (2015).

Alguns artifícios foram utilizados para promover o sincronismo foral: para adiantar o processo reprodutivo de um a três dias ou aplicou-se potássio ou removeu-se a panícula principal da planta ou como medida mais severa, em caso de diferença entre os estádios de iniciação de panícula, cortou-se as plantas mais antecipadas e esperou-se a emissão de novos perfilhos; para retardar o processo de um a três dias ou aplicou-se Nitrogênio ou cobriu-se as parcelas antecipadas. Quando necessário a aplicou-se giberelina, com intuito de aumentar e melhorar a exteriorização das panículas, promovendo melhor dispersão do pólen e maximizando a taxa de fertilidade.

Existem oito estádios de desenvolvimento de panícula (FIGURA 14). Onde os mais encontrados são 2, 3 e 4. Ocorrendo em torno de seis dias do estágio 1 para o 2 e os demais por volta de três dias, com ressalva do estágio 8 que precisa de seis dias até a floração. O estágio 1 não é visível a olho nu.

Figura 14 – Estádio de desenvolvimento da panícula - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Freitas Júnior (2015).

Antes do florescimento do arroz, foi instalada nas entrelinhas uma barreira de plástico transparente com uma altura de aproximadamente 1,80 m, (FIGURA 15) de modo que não interferisse na fotossíntese com a finalidade de evitar a dispersão do pólen e a contaminação entre as parcelas. Além disso, antes da fase de maturação (estádio R7), foi instalada uma tela de proteção envolvendo todo o experimento, evitando o acesso de pássaros que pudessem dispersar os grãos.

Com o intuito de proporcionar o encontro do grão de pólen com a planta fêmea, sem que ocorresse interferência das folhas, aumentando assim a taxa de cruzamentos entre eles, realizou-se o corte da folha bandeira com uma tesoura de poda na altura da panícula, no momento em que 10% das plantas fêmeas floresciam (FIGURA 15). Esse cruzamento é necessário, pois características desejáveis da planta macho são assimiladas através do grão de pólen à planta fêmea, conferindo essas características às futuras gerações.

Figura 15 – Barreira plástica e corte da folha bandeira - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

Após o término do florescimento as plantas macho foram todas eliminadas, cortando-as próximo ao solo, deixando apenas as linhagens CMS produzindo sementes híbridas dentro de cada bloco.

3.1.6.2 *Rendimento*

No ensaio de rendimento na unidade operativa de Limoeiro do Norte foram realizadas as avaliações de campo como: germinação, florescimento, altura de plantas e número de panículas (FIGURA 16).

Figura 16 – Avaliação realizada no ensaio de rendimento - BASF, Limoeiro do Norte/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

Após as avaliações de campo foram realizadas as avaliações pós-colheita em laboratório, iniciando-se com a limpeza das sementes, determinação da umidade, contagem de mil sementes, peso de mil sementes, e beneficiamento de cem gramas de semente no provador de arroz modelo PAZ-1-DTA da empresa Zaccaria (FIGURA 17). Todo o processo foi realizado com mais de 1000 amostras de arroz analisadas individualmente, para que não ocorresse nada fora do planejado.

Figura 17 – Provador de arroz - BASF, Limoeiro do Norte/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

3.1.7 Colheita, Beneficiamento e Armazenamento

A colheita foi realizada entre 90 a 120 DAP (Dias após o Plantio), quando o arroz estava na sua fase de maturação, sendo esse seu ponto ideal. Essa fase é caracterizada quando dois terços dos grãos nas panículas se encontram maduros, com coloração marrom. Para obter melhor rendimento de grãos inteiros recomenda-se colher o arroz com teor de umidade entre 18% e 22%.

Para os experimentos de multiplicação e produção de híbridos foram realizadas colheitas do tipo manual, e para o experimento de rendimento, foi feita colheita mecanizada (FIGURA 18). Na produção de híbridos foram colhidas somente as plantas CMS (plantas fêmeas), sendo cortadas na base com auxílio de uma foice e trilhadas em baldes plásticos na mesma parcela, para que não ocorresse contaminação. Nesta operação foi feita uma pré-limpeza, para facilitar a fase posterior que ocorreu em laboratório. Após essa etapa de colheita, as sementes de cada parcela foram guardadas, em envelope de papel, devidamente identificadas com uma etiqueta dentro e outra fora, e colocadas ao sol, para serem secas até atingir a umidade adequada para o armazenamento.

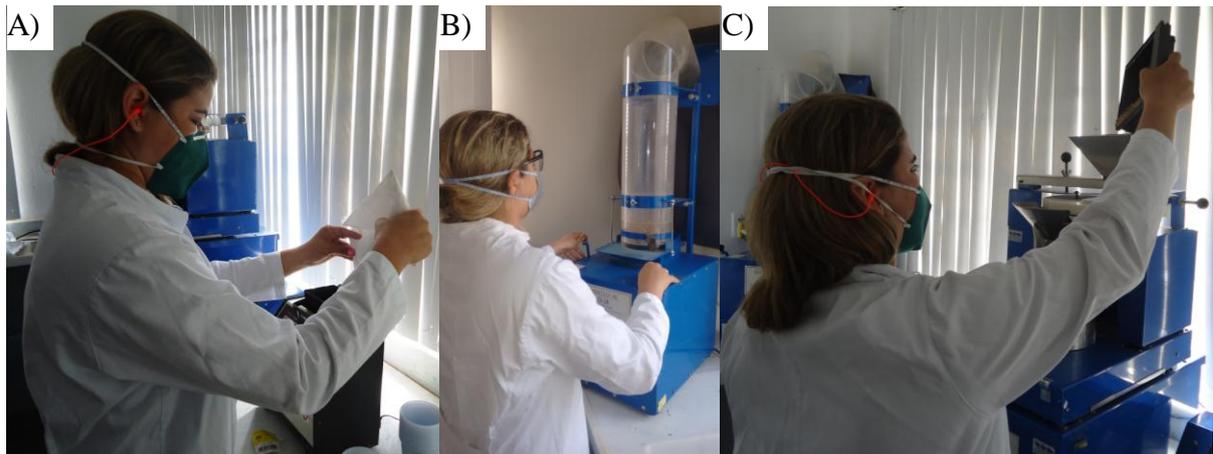
Figura 18 – Colheita. A) Colheita manual e B) Colheita mecanizada - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

Após a colheita, as sementes passaram por um processo de beneficiamento em laboratório (FIGURA 19), antes de serem armazenadas, onde permaneceram em mesas até atingirem umidade de 12 a 13%, verificando-se a umidade com medidor de umidade de grãos G600 da Gehaka. Posteriormente foi feita uma limpeza com o aparelho Column Blower do fabricante Agriculex, que possuía coluna de acrílico capaz de visualizar toda impureza retirada das sementes com uma pressão de ar determinada para a limpeza.

Figura 19 – Beneficiamento da semente: A) Medidor de umidade; B) Column Blower e C) Contador - BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

Em seguida, foi realizada a contagem das sementes de cada envelope no equipamento Electrical Seed Counter ESC-2 da marca Agriculex, colocadas em caixas plásticas e armazenadas em câmara fria ou contêiner (FIGURA 20). Todos os dados coletados foram digitados e processados pelo programa Prism e enviados para a Bélgica para um feedback dos resultados das pesquisas realizadas pela empresa.

Figura 20 – Armazenamento das sementes. A) Container e B) Câmara Fria- BASF, Jaguaruana/CE



Fonte: Lima, L. F. (2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A BASF S. A. é uma empresa de grande porte que através das suas atividades realizadas, me proporcionaram um conhecimento maior sobre as técnicas e procedimentos utilizados na produção de sementes geneticamente modificadas (GM's) na cultura orizícola.

O estágio mostrou-se de extrema importância, uma vez que permitiu incrementar o conhecimento acadêmico, colocando em prática conhecimentos adquirido durante o curso por meio de situações cotidianas, que fazem parte das atribuições do profissional. Permitiu ainda que o aluno relembresse conhecimentos adquiridos na graduação e possibilitasse a vivência de situações desconhecidas, permitindo que as informações adquiridas durante a formação fossem aplicadas nas mais diversas atividades, proporcionando assim experiência para o exercício da profissão.

As atividades desenvolvidas exigiram conhecimento técnico e habilidades consideradas essenciais para o trabalho em equipe. O trabalho em equipe agregou valor às atividades e gerou confiança entre os membros, o que proporcionou um ambiente mais saudável, positivo e produtivo. A postura e o comportamento de cada membro do grupo fez toda a diferença, possibilitando a motivação e preparação para assumir e enfrentar os desafios que as atividades diárias apresentaram.

REFERÊNCIAS

- ALCOCHETE, A. A. N. **Diversidade genética e mapeamento de QTLs do sistema gênico de macho-esterilidade termossensível (TGMs) do genoma de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2005. 157 f. Tese (Doutorado em Biologia Molecular) –Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia: Princípios Conceitos**. Ceres: São Paulo, p. 919, v. 1, 1995.
- 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.
- CHANG, T. T.; LI, C. C. Genetics and breeding. In: LUH, B. S. **Rice: production and utilization**. Westport: AVI, 1980. p. 87-146.
- COIMBRA, J. L. M.; et al.. Heterose em arroz híbrido. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 257-264, 2006.
- COIMBRA, J. L. M. et al. Uso da macho-esterilidade no melhoramento de híbridos comerciais em arroz, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, n. 1, p. 61-74, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2015**. Brasília: CONAB, 2015, 122p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_mai_2015.pdf>. Acesso em: 13 maio 2015.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. L. A uniform and adaptative system for expressing rice development Crop Science. *apud* PINHEIRO, B. S.; HEINEMANN, A. B. Características da planta. **AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe75wint02wx5eo07qw4xeclygdut.html>> Acesso em: 10 abril 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Departamento Técnico Científico. **Programa nacional de pesquisa de arroz**. Brasília: Embrapa, 1981. 69 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Database Statistics**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 02 abr. 2015.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Rice**. 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 13 maio 2015.
- FREITAS JUNIOR, F. G. **Produção de sementes híbridas de arroz transgênico em Jaguaruana – CE**. 2015 44 f. Relatório de estágio supervisionado (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

GUIMARÃES, E. P.; SANT'ANA, E. P. Sistemas de cultivo. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 17-35.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**. Campinas. n. 13, p.1-12. 2002. (Essa referencia vem antes da referencia acima)

KATO, S.; KOSAKA, H.; HARA, S. On the affinity of rice varieties as shown by fertility of hybrid plant. **Bulletin Scientific Faculty Agricultural**, Japan, v. 3, p. 132-147, 1928.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de et al Aspectos genéticos, morfológicos e de desenvolvimento de plantas de arroz irrigado. In: GOMES, A da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Eds.). **A cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, EMBRAPA, 2004, p. 143-160.

MARCOLIN, E.; MACEDO, V. R. M. Preparo do solo e altura da lâmina de água no estabelecimento inicial das plantas no sistema de cultivo de arroz pré- germinado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 392-393. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

MATSUO, M. Origin and differentiation of cultivated rice. In: MATSUO, T.; FUSUHARA, Y.; KIKUCHI, F. YAMAGUCHI, H. (Eds.). **The Science of the Rice Plant**, Volume Three, Genetics, Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1997. chap. 3, p. 69-88.

MORAES, M. F.; SANTOS, M. G.; BERMUDEZ-ZAMBRANO, O. D. Response of greenhouse grown rice plant to sources of micronutrients with different granulometry and solubility. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 39, n. 6, p. 611-614, 2004.

MOTA, R. V.; FRANCA, G. M.; SANTOS, F. D. C. **Arroz: recomendações tecnológicas**. Recife: IPEANE, 1972. 13 p. (Circular, 15).

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

SANTOS, A. B.;STONE, L.F.; VIEIRA, N. R. A.; **A Cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p.

SCHMIDT, A. B. **Desenvolvimento de painéis multiplex de marcadores microssatélites e mapeamento de QTLs de tolerância à seca e ao frio em linhagens puras recombinantes de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2009 353 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, , Florianópolis, 2009.

SOARES, A. A. et al. **Melhoramento genético de arroz em Minas Gerais**. Informe Agropecuário: Arroz: avanços tecnológicos, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p.19-23, 2004.

SOARES, M. J. **Ocorrência de sementes com casca aberta na produção de sementes de arroz híbrido irrigado no estado de Roraima**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em

Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

SOSBAI. Sociedade Sul-brasileira de Arroz Irrigado. **Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Arroz irrigado: Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado (28.:2010, Bento Gonçalves, RS.)** – Porto Alegre, 2010.

TEIXEIRA, P.; VALLES., S. **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. 2. ed.. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2010. 442 p.

YUAN, L. P.; VIRMANI, S. S. Status of hybrid Rice research and development. In: **Hybrid Rice** (Proceedings of the International Symposium of Hybrid Rice, October 6-10, 1986, Changsha, Hunan, China. p. 7-24. 1988.

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

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. de. **Arroz: composição e características nutricionais**. Ciência Rural, Santa Maria - RS, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008. Acesso em 2 de Abril de 2015.