



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE AGRONOMIA**

JULIANA DE PAIVA PAMPLONA

PRODUÇÃO DE ARROZ HÍBRIDO NO CEARÁ

**MOSSORÓ - RN
2015**

JULIANA DE PAIVA PAMPLONA

PRODUÇÃO DE ARROZ HÍBRIDO NO CEARÁ

Relatório de estágio supervisionado
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Departamento de Ciências Ambientais e
Tecnológicas como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Neyton de Oliveira
Miranda.

Coorientadora: Eng^a. Agr^a. MSc. Jordânia
Carvalho Macedo

MOSSORÓ - RN
2015

JULIANA DE PAIVA PAMPLONA

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

P185p Pamplona, Juliana de Paiva

Produção de arroz híbrido no Ceará / Juliana de Paiva
Pamplona -- Mossoró, 2015.
29f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Neyton de Oliveira Miranda.
Co-orientadora: Jordânia Carvalho Macedo.

Relatório (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal
Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. Biotecnologia. 2. Melhoramento genético.
3. Arroz híbrido. 4. *Oryza sativa* L. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/046-15

CDD: 660.6

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba
CRB-15/452

JULIANA DE PAIVA PAMPLONA

PRODUÇÃO DE ARROZ HÍBRIDO NO CEARÁ

DATA DA DEFESA: 22 / 01 / 2015

Prof. Dr. Neyton de Oliveira Miranda – UFERSA
Orientador Pedagógico

Eng^a. Agr^a. Msc. Jordânia Carvalho Macêdo – BASF S.A.
Orientadora Técnica

Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira
Primeiro Membro

Prof. Dr. Francisco Xavier de Oliveira Filho
Segundo Membro

Dedico este trabalho ao Deus em quem
confio e a minha mãe Irenilda.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado vida e coragem para lutar pelos meus objetivos, sei que ele esteve comigo em todos os momentos.

Agradeço a minha mãe Irenilda de Paiva pelo incentivo diário e por ter me ensinado tudo que sei de mais precioso.

Aos meus Irmãos Luciane e Jucian por todo apoio e confiança, sei que eles não mediram esforços pra que este sonho se realizasse.

Ao meu noivo Marcos André por todo apoio, compreensão, e amor.

Aos meus avós Heronildas Júlia (*in memorian*), Severino de Paiva, Marinalva Ferreira, e Luis Pamplona (*in memorian*), por quem tenho amor e admiração imensurável.

As minhas tias, Rita Meire, Ivonete, Ivoneide, Esmeralda, Iracema, e Lucia Rejane por toda ajuda ao longo dessa trajetória; vocês são as melhores amigas que alguém poderia ter.

Aos meus queridos amigos Raytassia Cristina, Maria Daluz e Samuel Belarmino, que sempre estiveram por perto dispostos a me ajudar, ouvindo minhas angústias e dividindo momentos alegres.

Aos amigos que conquistei na Universidade, em especial a Jessilanne Plínia, Sabrina Aiêcha, Patrícia Queiroz e Manoel Salvador, por ter alegrado os meus dias mais difíceis; jamais esquecerei dos momentos compartilhados.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade de concretizar este sonho; a essa instituição, devo minha vida acadêmica e crescimento intelectual.

Ao Meu Orientador Neyton De Oliveira Miranda, por todas as oportunidades a mim confiadas desde o início do curso, sempre compreendendo meus limites e me aconselhando quando precisei.

Aos engenheiros agrônomos da BASF. S.A., Jordânia Macêdo, Amauri Schmitt e Eric Batista por todos os ensinamentos, apoio e contribuição profissional. Em especial gostaria de agradecer a Jordânia Macêdo, por toda ajuda durante os seis meses que estive em Jaguaruana-CE; serei eternamente grata.

À B.O Dantas Agro Serviços e Márcio Ramalho Dantas, pelo profissionalismo e postura exemplar, e a todos os amigos conquistados durante o período de estágio.

Agradeço a todos que de uma forma ou de outra colaboraram para a realização deste sonho.

RESUMO

O arroz (*oryza sativa*) é um dos grãos mais consumidos do mundo, um alimento básico para mais da metade da população mundial. Com o crescente aumento da população é necessário que se crie estratégias para aumentar a produção de alimentos. A BASF S.A é uma empresa que tem investido bastante em pesquisas para que esse objetivos ser alcançado. Para atingir este objetivo, tem desenvolvido pesquisas na área da biotecnologia, que permitam o aumento da produtividade do arroz da subespécie *indica*, através do desenvolvimento de técnicas de manipulação e de introdução de genes exógenos ao genoma vegetal. Este trabalho teve como objetivo descrever as principais atividades desenvolvidas no estágio realizado na BASF S.A., localizada em Jaguaruana no estado do Ceará, tais como: biossegurança, delineamento experimental, semeadura, avaliação de Iniciação de Panícula e moagem de amostras. Auxiliar na execução destas atividades foi essencial para minha formação e construção profissional.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.. Melhoramento genético. Biotecnologia.

RICE PRODUCTION IN CEARÁ STATE, BRAZIL

ABSTRACT

Rice (*oryza sativa*) is one of the most consumed grain in the world, a staple food for more than half the world's population. With the increasing world population, is necessary to create strategies to increase productivity of this grain. BASF SA is a company that has invested heavily in research to that objective be achieved. To achieve this goal, has developed research in biotechnology, which allows the increase of the yield of subspecies of rice type *indica*, through the development of techniques of manipulation and introduction of exogenous genes to the plant genome. This study aimed to describe the main activities developed in the internship held at BASF SA, located in Jaguaruana in Ceará state, such as biosecurity, experimental design, planting, panicle initiation evaluation and grinding samples. Assist in the implementation of these activities was essential to my education and professional construction.

Key-words: *Oryza sativa* L.. Crop Breeding. Biotechnology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - SISTEMA TRÊS LINHAS PARA PRODUÇÃO DE ARROZ HÍBRIDO.	13
FIGURA 2 - MAPA DA UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. EM JAGUARUANA-CE.	16
FIGURA 3 - FILTROS DE CONTENÇÃO PARA IMPEDIR DISPERSÃO DE SEMENTES. UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. EM JAGUARUANA-CE, 2014.	18
FIGURA 4 - LIMPEZA PESSOAL PARA EVITAR DISPERSÃO DE SEMENTES, UNIDADE OPERATIVA DE JAGUARUANA-CE, 2014.	18
FIGURA 5 - ÁREA DESTINADA AO DESCARTE DE MATERIAL OGM, UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. EM JAGUARUANA-CE, 2015.	19
FIGURA 6 - ETIQUETAGEM DAS BANDEJAS PARA IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS NA UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. E JAGUARUANA-CE, 2014.	20
FIGURA 7 - PRIMÓRDIO FLORAL DE UM PERFILHO DA PLANTA DE ARROZ EXPOSTO, NA UNIDADE OPERATIVA DE JAGUARUANA-CE, 2014.	21
FIGURA 8 - COLHEITA DO ARROZ NA UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. EM JAGUARUANA-CE, 2014.	23
FIGURA 9 - COLUNA DE AR PARA LIMPEZA DAS SEMENTES COLHIDAS NA UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. EM JAGUARUANA-CE, 2014.	23
FIGURA 10 - MOAGEM DE AMOSTRAS DE ARROZ NA UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. EM JAGUARUANA-CE, 2014.	24
FIGURA 11 - ALAGAMENTO DA ÁREA DE PRODUÇÃO DE ARROZ NA UNIDADE OPERATIVA DA BASF S.A. EM JAGUARUANA-CE, 2014.	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESCALA CHINESA PARA IDENTIFICAR OS ESTÁDIOS DE FORMAÇÃO DE PANÍCULA DA PLANTA DE ARROZ.	21
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

OGM	Organismo geneticamente modificado.
CTNBIO	Comissão técnica nacional de biossegurança.
DF	Distrito Federal.
CE	Ceará.
CIBIO	Comissão Interna de biossegurança.
Há	Hectares.
QC	Controle de Qualidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 EMPRESA.....	14
2 DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO.....	15
2.1 DESCRIÇÃO DA UNIDADE OPERATIVA	15
2.2 BIOSSEGURANÇA	16
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	19
2.4 SEMEADURA	20
2.5 AVALIAÇÃO DE INICIAÇÃO DE PANÍCULA	20
2.6 COLHEITA	22
2.7 MOAGEM DE AMOSTRAS PARA QC (<i>CONTROLE DE QUALIDADE</i>) 24	
2.8 MONITORAMENTO DAS ÁREAS	24
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*oriza sativa* L.) é uma monocotiledônea da família das poáceas, pertencente ao grupo de plantas com sistema fotossintético C-3. Uma gramínea adaptada ao ambiente aquático podendo ser perene ou anual. É um dos grãos mais importantes economicamente, e mais consumidos do mundo, sendo o alimento básico para bilhões de pessoas.

Quanto à origem da *O.sativa*, acredita-se a partir de trabalhos realizados por Vavilov citado por GALLI (1978), 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.

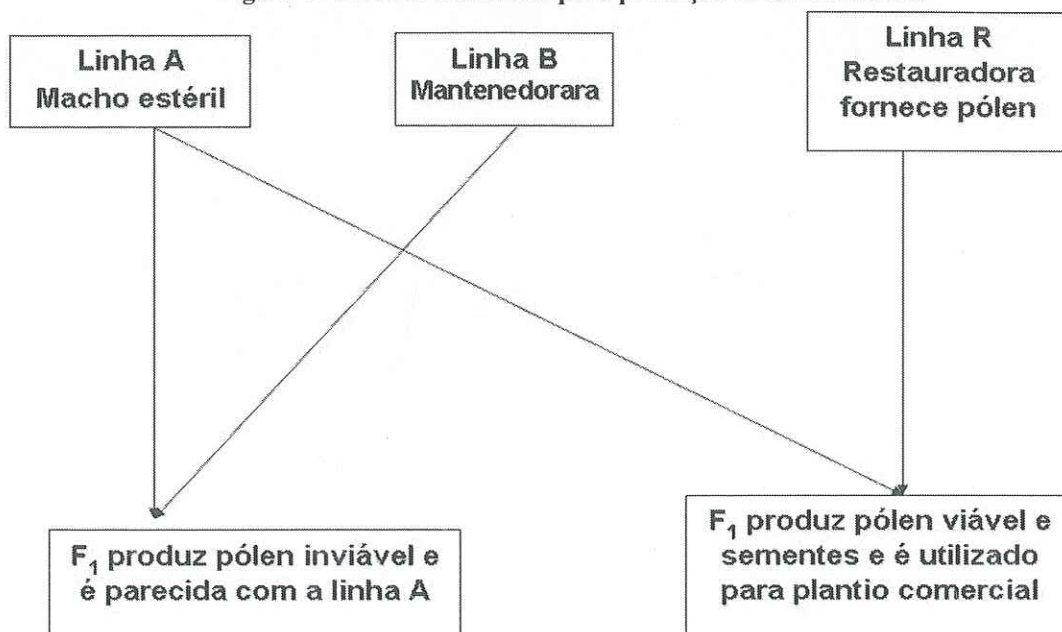
De acordo com dados da FAO (2007), entre os continentes, a Ásia é o maior produtor mundial (90,5%), seguido das Américas (5,9%), África (3,0%), Europa (0,5%) e Oceania (0,1%).

As projeções de produção e consumo de arroz, avaliadas pela assessoria de gestão estratégica do mapa, mostram que o Brasil vai colher 14,12 milhões de toneladas de arroz na safra 2019/2020. Equivale ao aumento anual da produção de 1,15% nos próximos dez anos. O consumo deverá crescer a uma taxa média anual de 0,86%, alcançando 14,37 milhões de toneladas em 2019/2020(SILVA,2015).

O cultivo comercial de híbridos de arroz é uma realidade na China desde 1976, ano em que foram plantados os primeiros 150.000 ha (YUAN; 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. De acordo com Srivastava (2000), o sistema macho-estéril mais utilizado em programas de desenvolvimento de híbridos de arroz é o sistema de três linhagens que utiliza linhagens macho-estéril citoplasmático. Para Coimbra *et al.* (2006), a produção comercial de semente híbrida F1 pela emasculação manual é impraticável em arroz.

Na Figura 1 está representado o sistema três linhas, que se baseia em: 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).

Figura 1 - Sistema três linhas para produção de arroz híbrido.



Fonte: Mendes, 2014.

A linha macho estéril constitui-se de uma linha de arroz, que não pode produzir pólen viável, devido à interação citoplasmática e genes nucleares, 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 comumente chamada de uma linha CMS, o pai da semente, o pai do sexo feminino, ou linha (A). As panículas podem não exteriorizar-se 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; SHARMA, 1993).

A linha mantenedora é semelhante à linha CMS, exceto que ela possui grãos de pólen viáveis e sementes normais. Esta linha é usada como um polinizador para a manutenção de uma linha CMS. O mantenedor também é chamado de linha (B). Esta não pode restaurar a fertilidade da geração F₁, quando cruzada com uma linha CMS. As panículas se exteriorizam totalmente da folha bandeira. As anteras são de cor amarela, e contém pólen. A linha (B) floresce 2-3 dias antes do que a linha CMS e sua floração dura cerca de cinco dias (VIRMANI; SHARMA, 1993).

A linha restauradora é formada por qualquer cultivar de arroz que restaura a fertilidade na F₁, sendo que quando cruzada com uma linha CMS, é chamado de restaurador. O restaurador também é chamado de pólen pai, progenitor masculino, ou linha (R). Esta é usada como polinizadora para o pai CMS, produzindo as sementes híbridas. A duração do crescimento pode ou não ser semelhante aos das linhas de CMS.

As panículas exteriorizam-se totalmente para fora da folha bandeira. As anteras são de cor amarela, e contém pólen. Sua floração dura cerca de cinco dias (VIRMANI; SHARMA, 1993).

Para a BASF S.A., no sistema três linhas, a linha restauradora trata-se de um organismo geneticamente modificado que possui genes de interesse para a empresa, sendo esta usada para produção de uma semente híbrida transgênica.

Em 1983 foi obtida a primeira planta transgênica, aumentando a partir daí as pesquisas e os esforços nesta área. Atualmente cerca de 30.000 experimentos de campo já foram realizados com plantas transgênicas, com mais de 60 culturas, 10 características e 45 países, dos quais 72% foram conduzidos nos EUA e Canadá (CIRINO, 2000). Os transgênicos são divididos em grupos de acordo com as características herdáveis do gene: transgênicos de primeira geração, aqueles genes de herança de características verticais (genes qualitativos), governados por um número relativamente pequeno de genes; os de segunda geração possuem a herança de características horizontais (genes quantitativos), governados por um grande número de genes, sendo esses genes promotores do aumento de rendimento na planta.

A melhoria da qualidade dos alimentos, quanto aos níveis nutricionais, para homens e animais domésticos e a criação de variedades tolerantes a deficiências de nutrientes e ao stress do ambiente, representam a grande perspectiva do uso da biotecnologia na agricultura (BARROS; MOREIRA, 2001).

1.1 EMPRESA

A empresa *Badische Anilin e Soda Fabrik* (Fábrica de Anilina e Soda de Baden), conhecida mundialmente pela sigla BASF S.A, foi fundada em 1865 na cidade de *Ludwigshafen* na Alemanha. Ela possui diversas áreas de atuação como produtos químicos, plásticos, proteção de cultivos e até gás e petróleo, em mais de 80 países.

O grupo BASF possui duas empresas subsidiárias no ramo agrícola, a Plant Science e a CropDesign . A Plant Science possui sua sede em Triangle Park no estado da Carolina do Norte - EUA, e tem se especializado no desenvolvimento de propriedades da planta que aumentam a produtividade e qualidade de culturas importantes, como milho, soja e arroz. A CropDesign, que é uma empresa de biotecnologia agrícola localizada em Ghent, Bélgica, foi adquirida pela BASF Plant Science em 2006. A companhia oferece pesquisas biotecnológicas buscando

características agronômicas para os mercados globais de sementes comerciais, especificamente nas culturas de milho e arroz.

Na América do Sul, 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. Atualmente, a empresa fatura no Brasil € 2,7 bilhões em vendas, representando mais da metade do faturamento da empresa na América Latina. As principais sedes se localizam em Guaratinguetá, São Bernardo do Campo, Indaiatuba, Jacareí e Vila Prudente, todas no estado de São Paulo.

No Ceará (CE), a BASF S.A possui duas Unidades Operativas, introduzidas em 2008, na cidade de Jaguaruana e em 2011 na cidade de Limoeiro do Norte. Ambas distante aproximadamente 200 km da capital Fortaleza – CE e 80km de Mossoró - RN. As duas Unidades se diferenciam quanto aos ensaios de campo realizados. A primeira realiza ensaios de multiplicação e produção de híbridos e a segunda realiza ensaios de produtividade e rendimento. Ocupam áreas arrendadas pela BASF S.A. exclusivamente para pesquisa agrícola com arroz geneticamente modificado, sendo devidamente credenciadas com certificado de qualidade de biossegurança (CQB) de número 031/97.

Existe um técnico principal para cada Unidade Operativa do Ceará, sendo obrigatoriamente um engenheiro agrônomo, que é responsável pelo desenvolvimento do Projeto. É necessário também que as unidades possuam um Analista em *Stewardship*, responsável pela qualidade e segurança dos ensaios. Além disso, existe uma provedora de mão-de-obra contratada pela BASF, denominada B.O Dantas Agro Serviços.

2 DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO

2.1 DESCRIÇÃO DA UNIDADE OPERATIVA

A unidade operativa da BASF em Jaguaruana – CE (

Figura 2) possui 13,62 ha e localiza-se ao leste do estado do Ceará. As coordenadas geográficas são 04° 50' 02" de latitude sul e 37° 46' 51" de longitude oeste, a 20 m de altitude. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical com estação seca. A temperatura média anual é de 28,5 °C, com média máxima de 35 °C e mínima de 22 °C, e a pluviosidade média anual é 780 mm. O solo da unidade é classificado como Neossolo Flúvico eutrófico vertissólico (EMBRAPA, 2006). Jaguaruana foi escolhida para instalação da unidade por estar em uma região de clima

tropical semiárido onde as condições climáticas permitem mais de uma safra por ano.

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

MAPA DA UNIDADE OPERATIVA DE JAGUARUANA - CE

Área Experimental de 13,62ha inserida no Sítio Boiada

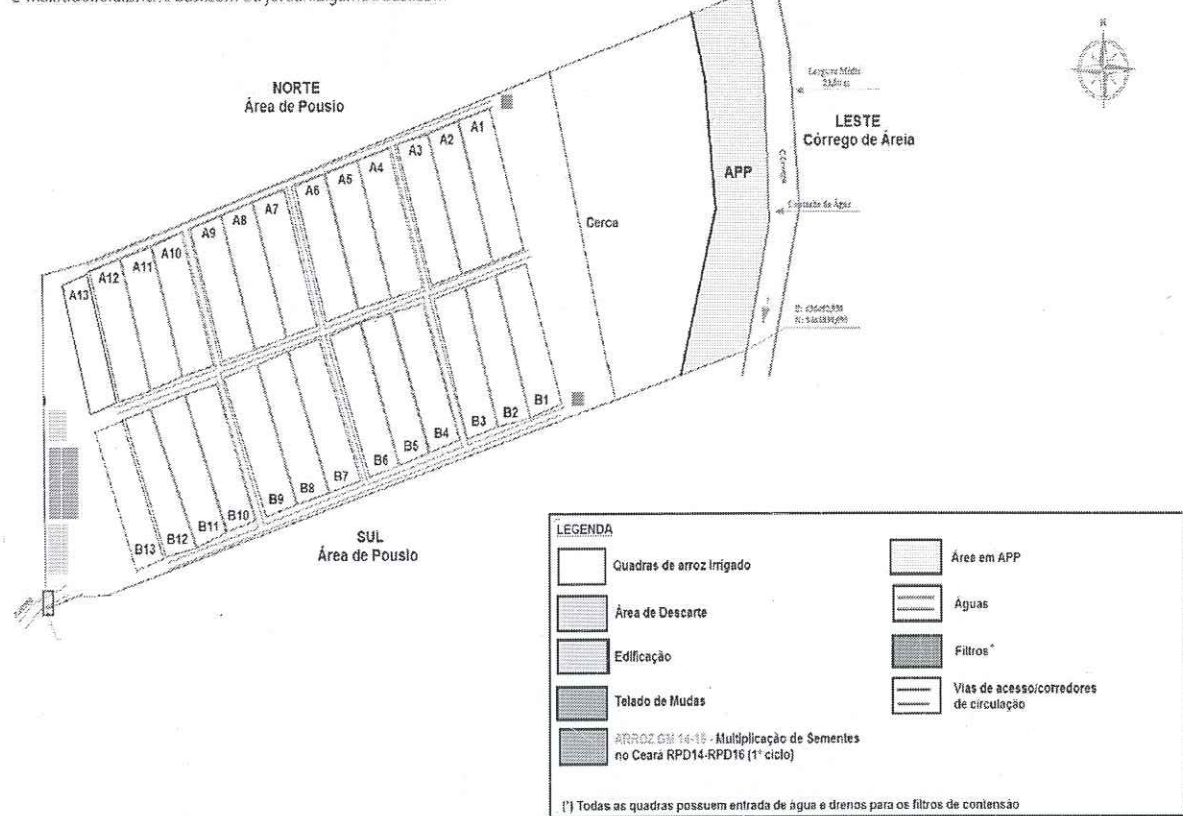
Endereço: Estrada Jaguaruana a Boiada km 04 - Caixa Postal 13

CEP: 62823-000 - Jaguaruana, Ceará

Telefone: (43) 9911-0249 (Adolfo Ulbrich) ou (88) 9968-2755 (Jordânia Gama)

Fax: (11) 3043-2648

E-mail: adolfo.ulbrich@basf.com ou jordania.gama@basf.com



Fonte: BASF S.A.¹

A unidade de Jaguaruana conta com uma edificação em alvenaria de 116,25 m², incluindo escritório, galpão e uma câmara fria com capacidade de 25 m³, utilizada para armazenar sementes de arroz (Figura 2). Os experimentos são realizados em área apropriada para o cultivo do arroz irrigado, com divisões da área denominadas de marachas (taipas) para o controle da lâmina de água.

2.2 BIOSSEGURANÇA

A biossegurança consiste no conjunto de medidas voltadas para prevenção, minimização, ou eliminação dos riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensaio, desenvolvimento tecnológico, e prestação de serviços que possam comprometer

¹ Disponível em: <www.basf.com/br/pt/company/about-us/history.html>. Acessado em 21 de dezembro de 2014.

a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos (MIR, 2004).

A biotecnologia pode contribuir somente se suas atividades seguirem os procedimentos de segurança adequados, por isso há uma lista das exigências aplicadas às instituições que trabalham com OGM's, as quais devem ser rigorosamente executadas para evitar os problemas de segurança à saúde e ao meio-ambiente. Todas as exigências foram reunidas em resoluções normativas e instruções normativas, estabelecidas pela CTNBIO com base na lei nacional de biossegurança, e encontram-se nos cadernos de biossegurança e legislação.

Nas Unidades Operativas BASF S. A. existe um profissional especializado (*Stewardship*) para observar se as normas de biossegurança estão sendo cumpridas, atuando em todas as fases do experimento.

Entre as ações de biossegurança que são colocadas em prática durante os experimentos estão:

- Segurança das Unidades Operativas: todas as áreas experimentais estão cercadas em toda a sua extensão com cerca de arame com 6 fios, permitindo apenas o acesso aos funcionários;
- Sistema de irrigação e filtros: a água de irrigação é mantida em marachas, que possuem taipas para controle da lâmina de água. Os filtros de contenção (Figura 3) estão situados na extremidade dos canais de drenagem da água de irrigação e são compostos de uma caixa de contenção em alvenaria, dividida em quatro compartimentos com três telas de diferentes gramaturas para filtragem da água drenada do experimento, impedindo a dispersão de plantas e sementes para fora da área com CQB.
- Isolamento: os ensaios devem ser mantidos em um isolamento mínimo de 212 m entre o cultivo de arroz GM e qualquer outro cultivo comercial de arroz;
- Identificação dos ensaios: os ensaios são identificados com placa contendo o símbolo do risco biológico, número do extrato de parecer técnico, número do processo da CTNBIO, nome e telefone do técnico principal e a frase “proibida a entrada de pessoas não autorizadas”;
- Limpeza pessoal e de máquinas: as máquinas são limpas após a realização de qualquer atividade, seja no plantio, colheita ou destruição de restos culturais e/ou plantas voluntárias. Na saída de cada quadra existe uma passarela para limpeza pessoal a qual contém uma mangueira com água e os compressores para limpeza das botas e roupas de

trabalho(figura 4).

Figura 3 - Filtros de Contenção para impedir dispersão de sementes. Unidade Operativa da BASF S.A. em Jaguaruana-CE, 2014.

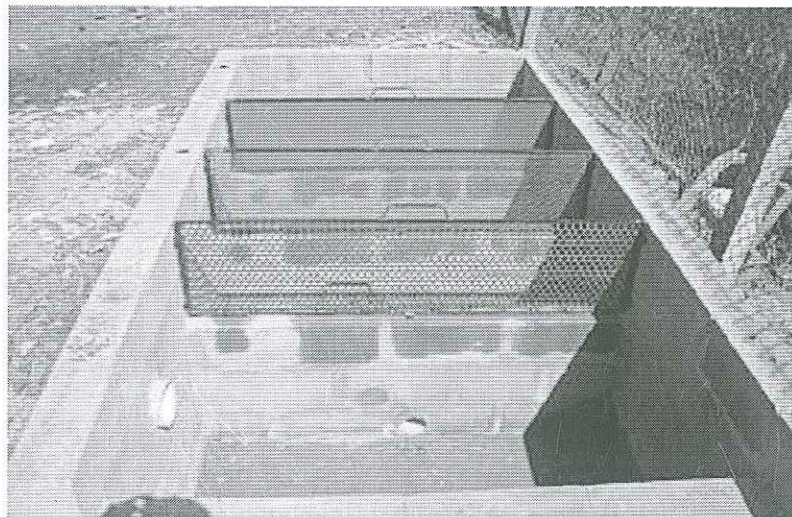


Foto da autora.

Figura 4 - Limpeza pessoal para evitar dispersão de sementes, Unidade Operativa de Pouso Redondo-SC, 2013.



Foto da autora

- Rede de proteção: uma rede de proteção é instalada anteriormente à fase de maturação dos grãos (estádio R7), sobre toda a extensão do experimento, para evitar que pássaros dispersem os grãos de arroz no ambiente;
- Descarte: os restos culturais são incorporados ao solo. Todo o descarte de material é realizado dentro da própria área de contenção ou em área destinada ao descarte de OGM localizada nas unidades operativas(figura 5);
- Monitoramento da Área Experimental: realizado durante período de seis meses após a colheita, quando são dadas condições como o alagamento das áreas e revolvimento do solo, para favorecerem a germinação de possíveis sementes dormentes no solo.

Figura 5 - Área destinada ao descarte de material OGM, Unidade Operativa da BASF S.A. em Jaguaruana-CE, 2015.



Foto da autora

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Em cada parcela experimental, um evento de arroz GM (macho) foi cultivado em linhas ao lado do arroz convencional fêmea. Os machos (arroz GM) foram plantados em três datas de plantio, espaçadas em uma semana, e as fêmeas foram plantadas de uma só vez. Para cada variedade de arroz convencional fêmea foram plantadas quatro linhas e, seis linhas de arroz GM (machos) em cada lado. Cada grupo formado por quatro linhas de fêmeas e as seis linhas de machos repetiu-se quatro vezes, devido ao uso de quatro variedades diferentes de arroz convencional fêmea. Esta quadruplicata é considerada uma parcela experimental. Desta forma, cada parcela experimental consistiu-se de 16 linhas de plantas de arroz convencional fêmea (4 variedades de arroz convencional fêmea x 4 linhas por variedade) e 24 linhas de arroz GM (6 linhas de arroz GM para cada uma das 4 variedades de arroz fêmea), totalizando 40 linhas de arroz por parcela. Instalou-se uma parcela para cada evento e para cada GM. O comprimento de cada linha foi de aproximadamente 1,0 m, com uma população aproximada de 20 plantas por linha. Assim, cada parcela experimental apresentou uma área de 12 m², consistindo de 40 linhas de 1,0 m espaçadas 0,2 m.

A cultivar de arroz utilizado na produção dos híbridos foi do tipo *Indica*, oriunda de zona tropical com ampla adaptação a vários locais e ambientes. O arroz tipo *Indica* possui sementes compridas e finas, folhas verde-escuro e número mediano de perfilhos.

2.4 SEMEADURA

A sementeira foi realizada manualmente, sendo semeadas nas datas e quantidades determinadas pela lista de plantio fornecida pela Cropdesign com sede na cidade de Gent na Bélgica. De forma geral, a sementeira ocorre da seguinte forma: etiqueta-se bandejas (Figura 6), sendo duas etiquetas para cada bandeja, uma de cada lado e em extremidades opostas; separar envelopes de plantio de acordo com o código de barra e colocar junto da sua respectiva bandeja; preparar bandejas com substrato e utilizar uma semente por célula; levar para o viveiro de mudas da BASF S.A., onde ficam até o dia do transplante das mudas para o campo.

Toda a sementeira é realizada em um laboratório com CQB na Unidade Operativa de Jaguaruana – CE. As etiquetas são amarelas para material OGM e brancas para material não OGM.

Figura 6 – Etiquetagem das bandejas para identificação dos materiais na Unidade Operativa da BASF S.A. e Jaguaruana-CE, 2014.

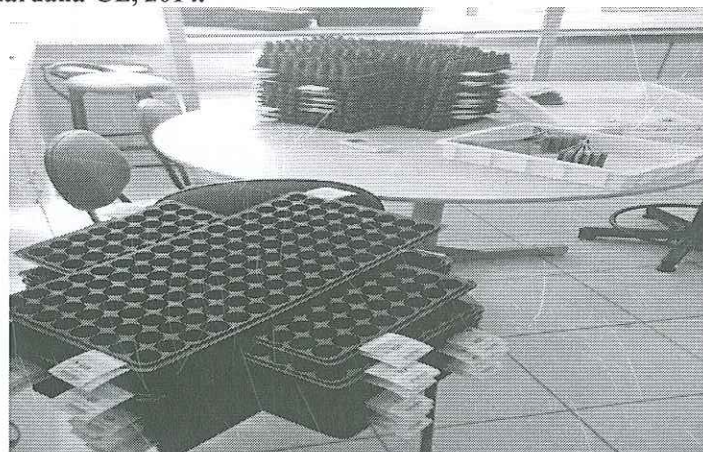


Foto da autora.

2.5 AVALIAÇÃO DE INICIAÇÃO DE PANÍCULA

Durante a condução dos ensaios realizou-se a avaliação de determinação de iniciação de panícula, Próximo à fase de diferenciação floral dos materiais, iniciou-se o processo de determinação da fase de desenvolvimento do primórdio floral. Esta atividade foi realizada cerca de 2 a 3 vezes por semana e foi concluído quando o estágio de desenvolvimento da panícula do último material foi determinado. Para realização da determinação do estágio de desenvolvimento de panícula, selecionou-se aleatoriamente uma planta de cada parcela e o perfilho mais alto foi removido. Manualmente, as folhas

são removidas até que o primórdio floral ficasse exposto (Figura 7) e pode-se determinar o exato momento em que a panícula será emitida através da escala chinesa (Tabela 1), que varia de 1 a 10, sendo que a fase 1 é microscópica. A primeira avaliação ocorreu no período em que 10% das plantas estavam em florescimento.

Figura 7 - Primórdio floral de um perfilho da planta de arroz exposto, na Unidade Operativa de Jaguaruana-Ce, 2014.

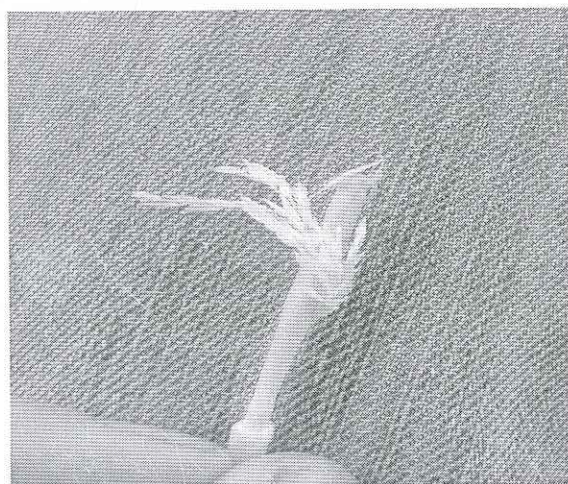


Foto da autora.

Tabela 1 - Escala chinesa para identificar os estádios de formação de panícula da planta de arroz.

Estádio	Descrição	Dias antes do florescimento	Tamanho da panícula (mm)
I	Panícula primordial	30	0.2
II	Primeiro ramo primordial	27	0.4
III	Segundo ramo primordial	24	1.5
IV	Estame e pistilo primordial	20	2
V	Células de pólen mãe	17	10-25
VI	Divisão meiótica	12	80
VII	Maturação do pólen	6	190-250
VIII	Fase madura do pólen	4	260
IX	Espiguetas formadas	2-1	270

Fonte: Mendes, 2014.

Essa determinação é essencial para que se possa corrigir a falta de sincronismo no florescimento, usando um manejo específico para cada situação, conforme referido na relação abaixo:

- Retardar a floração a floração das entradas adiantadas: a maior luminosidade leva a precocidade na floração, portanto podem-se cobrir as parcelas adiantadas.
- Antecipar a floração das entradas atrasadas: aumentar o nível da lâmina de água;
- Uniformizar e adiantar a floração das demais panículas: remove-se a panícula principal da planta. Como medida mais drástica em caso de desigualdade entre os estádios de iniciação de panícula, pode-se cortar as plantas mais adiantadas e esperar a

emissão dos novos perfilhos para tentar o sincronismo;

- Para antecipar a floração de 1-3 dias: faz-se a aplicação de potássio;
- Para retardar a floração de 1-3 dias: faz-se a aplicação de nitrogênio;

Caso não ocorra sincronismo no florescimento entre as fêmeas e machos, realiza-se a poda das plantas. Todo o resto de plantas gerado com a poda é enterrado na própria área de liberação ou numa área de descarte da unidade. Antes do florescimento dos materiais, instalou-se uma divisão plástica de 2 m entre os blocos de plantio, garantindo o isolamento de cada material GM.

Como forma de estimular o florescimento, são utilizadas técnicas para estimular a dispersão do pólen das plantas férteis nas inflorescências para as plantas macho estéreis: corte das folhas-bandeira das plantas, que melhora a circulação dos grãos de pólen; aplicação do ácido giberélico, que tem papel importante no crescimento e alongação das plantas e é usado na produção de híbridos para melhorar a exteriorização das panículas, promovendo melhor dispersão do pólen, melhorar taxa de fertilidade e aumentar a produção de sementes.

Ao se encerrar o período de floração de um evento específico (utilizado como macho, em um bloco de cruzamento) destruíram-se as plantas cortando-as rente ao solo, deixando-se apenas as linhagens CMS produzindo sementes híbridas dentro do bloco.

2.6 COLHEITA

A colheita (Figura 8) foi realizada manualmente, cortando-se as plantas CMS e colocando-as em caixas plásticas dentro do próprio bloco. As sementes colhidas das plantas CMS de cada bloco são depositadas em envelopes de papel com identificação dupla (uma interna e outra externa), usando as etiquetas da própria parcela.

Logo após a colheita, as amostras são levadas para o laboratório, onde ocorre todo processo de secagem, limpeza e contagem das sementes. As sementes colhidas foram limpas no equipamento com coluna de ar (Figura 9), onde ocorre retirada de grãos chocos (sementes vazias) e demais impurezas trazidas do campo.

Figura 8 – Colheita do arroz na Unidade Operativa da BASF S.A. em Jaguaruana-CE, 2014.



Foto da autora

Figura 9 - Coluna de ar para limpeza das sementes colhidas na Unidade Operativa da BASF S.A. em Jaguaruana-CE, 2014.



Foto da autora.

Após a limpeza, realizou-se a contagem das sementes de arroz colhidas. Os dados obtidos são enviados para a Cropdesign, a qual envia instruções de preparo, identificação das amostras e orientações para Análise de Controle de Qualidade.

2.7 MOAGEM DE AMOSTRAS PARA QC (*CONTROLE DE QUALIDADE*)

Conforme orientação da Cropdesign, amostras das sementes colhidas foram retiradas em quantidades especificadas. As sementes foram moídas conforme instrução de trabalho interna definida para tal atividade, identificadas, embaladas e enviadas para a Cropdesign, onde serão confirmadas as suas identidades através de análises moleculares. A moagem de amostras (Figura 10) ocorre com auxílio de uma máquina específica para este trabalho denominada de RETSCH, sendo uma para convencional e outra para material OGM, evitando dessa forma que ocorra contaminação de material.

Figura 10 - Moagem de amostras de arroz na Unidade Operativa da BASF S.A. em Jaguaruana-CE, 2014.



Foto da autora.

2.8 MONITORAMENTO DAS ÁREAS

O monitoramento das áreas experimentais é realizado durante um período de seis meses. Neste período são dadas condições para favorecer a germinação de possíveis sementes que estivessem dormentes no solo, como por exemplo, o alagamento das áreas (Figura 11). Todas as plantas do gênero *Oryza* que germinaram na área de liberação são destruídas e enterradas na própria área. A destruição foi mecânica ou com uso de herbicida não seletivo, como glifosato. Realizou-se o monitoramento mensal das quadras experimentais e registrou-se o resultado do levantamento do número de plantas voluntárias de arroz observadas, bem como a data e o método de destruição empregado na destruição das plantas encontradas. Caso existam plantas após os seis meses de monitoramento é necessário estender este período por mais três meses

Todas as atividades realizadas no campo foram registradas no Caderno de Conformidade Regulatória referente ao ensaio específico.

Figura 11 – Alagamento da área de produção de arroz na Unidade Operativa da BASF S.A. em Jaguaruana-CE, 2014.



Foto da autora.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A BASF S.A. tem desenvolvido tecnologias e produtos que se traduzem em soluções para a agricultura, possuindo uma extensa lista de produtos que lideram o mercado e que possuem alta eficácia, atendendo a diversas culturas.

O estudo do melhoramento genético junto com a biotecnologia tem se mostrado eficaz, desenvolvendo tecnologias importantes para o produtor e para o consumidor. Apesar de todos os benefícios que os OGM'S têm trazido para sociedade, ainda existe rejeição no mercado, e tem se levantado cada vez mais discussões a respeito da segurança alimentar. Contudo os estudos feitos sobre este assunto tem comprovado a ausência de risco das OGM's que já estão sendo utilizados na atualidade.

O estágio na BASF. SA foi de suma importância para colocar em prática todo conhecimento adquirido durante o curso de engenharia agrônômica na UFERSA, Sendo esta uma oportunidade única, de interesse profissional e social. Conhecer novas pessoas, e poder trocar experiências é algo de grande valia e que muito me ensinou durante este período. Participar e poder contribuir com um experimento de tamanha importância para sociedade é algo compensador.

REFERÊNCIAS

- BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Biotecnologia: um breve histórico. **Informe Agropecuário**, 2000. Belo horizonte. V. 21, n.204, p.5-13, 2001.
- 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.
- COIMBRA, J. L. M.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F. I. F.; MAGALHÃES, A. M.; FAGUNDES, P. R. R.; KOPP, M. M. Heterose em arroz híbrido. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p. 257-264, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Biotecnologia em arroz: principais modificações genéticas. Pelotas, RS ,2008,11 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO. **Database statistics**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 21 de dez. 2014.
- SILVA, O. F. **Panorama mundial**. In: árvore do conhecimento - arroz. Agência Embrapa de Informações. Disponível:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/cont000fe7457q102wx5eo07qw4xezy8czjj.html>. Acesso em: 23/01/2015.
- GALLI, J. Origem, distribuição e domesticação do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 31, n. 307, p 63-68, 1978.
- MENDES, M. A. Produção de arroz irrigado no Ceará. Relatório de estágio, 2014.
- MIR, L. **Genômica**. São Paulo, V.2;p.23,2004.
- MODA-CIRINO, V. **Lei de biossegurança na regulamentação do uso de transgênicos**. In: congresso internacional do agronegócio do algodão, 2000, Cuiabá. Anais... Rondonópolis - MT: Fundação Mato Grosso, 2000. V. 1. P. 55-59.
- SHIFRISS, C. Male sterility in capsicum. **Capsicum and eggplant newsletter**, v.14, p.11-25, 1995.
- SRIVASTAVA, H.K. Nuclear control and mitochondrial transcript processing with relevance to cytoplasmic male sterility in higher plants. **Current Science**, Bangalore, v.79, n.2, p.176-186, 2000.
- 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.