

EDIMAR TEIXEIRA DINIZ FILHO

**PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS NA PRODUÇÃO DE
ARROZ VERMELHO NO VALE DO APODI - RN**

MOSSORÓ – RN

2009

EDIMAR TEIXEIRA DINIZ FILHO

**PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS NA PRODUÇÃO DE
ARROZ VERMELHO NO VALE DO APODI - RN**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:
Prof. D. Sc. PATRÍCIO BORGES
MARACAJÁ

Mossoró – RN
2009

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação
e catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da
UFERSA**

D585p Diniz Filho, Edimar Teixeira.
 Práticas agroecológicas na produção de arroz vermelho no
 Vale do Apodi-RN / Edimar Teixeira Diniz Filho. -- Mossoró,
 2010.
 159f.: il.

 Tese (Doutorado em Fitotecnia - Área de concentração
 Proteção de Plantas) – Universidade Federal Rural do Semi-
 Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.
 Orientador: Profº. Dr.. Sc. Patrício Borges Maracajá.

 1.Arroz vermelho. 2.Práticas agroecológicas.
 3.Agricultura familiar. I.Título.

CDD: 633.18

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB15 120

EDIMAR TEIXEIRA DINIZ FILHO

PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS NA PRODUÇÃO DE ARROZ VERMELHO NO VALE DO APODI - RN

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM: 29/ 12/ 2.009



Prof. D. Sc. Patrício Borges Maracajá - UFRSA
Orientador



Prof. Ph. D. Francisco Bezerra Neto
UFERSA
Membro



Prof. D. Sc. Alan Martins de Oliveira
UERN
Membro



Prof. D. Sc. Francisco Nildo da Silva
UFERSA
Membro



D. Sc. José Antônio da Silva Madalena
UFAL
Membro

Mossoró – RN
2009

Aos meus pais: Edimar Teixeira Diniz e Maria Inêz Alves Teixeira Diniz, pela vida, educação, carinho e amor A QUEM TUDO DEVO. Aos meus irmãos: Frei Franklin e Querubina, pelo incentivo, apoio e orações.

DEDICO.

A minha esposa, companheira, amiga,
incentivadora: Ana Celly O. B. Diniz
Aos meus filhos: Anízio e Maria Clara,
OFEREÇO.

HOMENAGEM

Homenageio todas as pessoas de bem que lutam por dignidade neste mundo, que são exemplos de zelo pela criação de Deus nosso Pai, pela organização popular por melhores dias de vida. Em especial a Dom Heitor de Araújo Sales, Dom José Freire de Oliveira Neto, Dom Jaime Vieira Rocha, Dom Mariano Manzana, Dom Delson e Dom Matias, bispos que apoiaram e vem apoiando todo um trabalho de expressão da Igreja Católica no Serviço da Caridade, produzindo muitos sinais de vida em um sertão tão sedento de pessoas que com simples ações podem transformar vidas, como tem sido o trabalho do Serviço de Apoio aos Projetos Alternativos Comunitários – SEAPAC em 16 anos de existência. Um reconhecimento especial ao Presidente do SEAPAC D. Heitor de Araújo Sales, em nome de quem saúdo todas as equipes que com suor, zelo e compromisso lutam por cidadania na profícua terra potiguar.

Por último em nome do grande amigo que partiu e de eterna memória (Edivan Pinto), quero homenagear todas as pessoas que se dedicam na causa da luta por vida e cidadania trabalhando voluntariamente ou em entidades sem fins econômicos, em ações que objetivam o convívio harmônico, produtivo e eternamente sustentável em todas as forças vivas no ambiente de modo geral.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, início e fim de tudo: Pai, Filho e Espírito Santo;

Ao Professor, amigo, orientador, grande incentivador e apoiador deste trabalho: Patrício Borges Maracajá;

Aos Professores Alan Martins, Roberto Brígido, Francisco Nildo, Paulo Sérgio, Francisco Bezerra Neto (grande lutador pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia), Antônio Madalena, Vânia Porto e Miranda que ajudaram na consolidação deste trabalho;

Aos companheiros de turma em especial Django, Izaías, Bráulio, aos amigos Raniere Barbosa, Josivan, Flaviano, Carlos Georg, Saint Clair;

Ao Serviço de Apoio aos Projetos Alternativos Comunitários – SEAPAC, pela liberação para o Doutorado, apoio nas visitas a comunidade, em especial ao Coordenador Estadual diácono Francisco Teixeira, Francileuza, Gilza, Verônica, Procópio, Damião, Garibaldi e Marilene;

Aos amigos do Departamento de Vigilância à Saúde, em especial: Sodré, Elisberto, Segundo e Paula, por todo apoio e incentivo;

Ao Projeto Dom Helder Câmara que em parceria com o SEAPAC financiaram todo o trabalho de campo, e continuam na aposta de apoio a produção familiar sustentável no Semiárido;

Aos sócios da associação da comunidade de Reforma, em especial a João Batista Morais agricultor experimentador que apostou na realização deste trabalho, ao sindicato dos Trabalhadores Rurais de Apodi e de Santana dos Garrotes, em nome de quem saúdo todos(as) trabalhadores(as) rurais que lutam tanto para a própria sobrevivência, quanto para a sobrevivência da humanidade;

Aos funcionários da UFERSA: Paulo e Socorro, aos sócios da Associação dos Produtores de Arroz Vermelho do Vale do Apodi e a todos que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho, **meus sinceros agradecimentos: MUITO OBRIGADO!**

RESUMO

DINIZ FILHO, Edimar Teixeira. **Práticas Agroecológicas na Produção de Arroz Vermelho no Vale do Apodi-RN**. 2009. 159f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas mais importantes do mundo, tanto socialmente como economicamente. Em Apodi é a principal cultura de expressão econômica, só que nos últimos anos a produção vem caindo, devido principalmente ao manejo inadequado da cultura, desde o plantio até a comercialização. Com objetivo de avaliar a produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas, com pesquisa participativa de apoio a produção local foi desenvolvido este trabalho. Foram comparados os tratos culturais recomendados pela literatura em agroecologia, utilizando-se a compostagem em quatro níveis de aplicação (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹), com e sem aplicação de biofertilizante, testando-se na produção de duas cultivares: cultivar local e a cultivar de Santana dos Garrotes. O experimento foi conduzido na comunidade rural de Reforma em Apodi (5° 40' S e 37° 44' W). As parcelas experimentais foram de 3,0 m de comprimento por 1,50 m de largura, com cinco linhas espaçadas de 0,30 m, e considerada como área útil a fileira central, eliminando-se 0,50 m em cada extremidade da fileira. Foram avaliadas as características de produção de grãos, altura da planta, peso médio de 100 grãos, número de panículas, número de grãos/panícula, comprimento da panícula e os teores de matéria fresca, matéria seca, macronutrientes e micronutrientes na planta. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 X 2 X 4. Houve efeito significativo nos dados de produção e teores de macro e micronutrientes nas cultivares avaliadas. A cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a local para os caracteres altura da planta, número de panículas, número de grãos/panícula e peso médio de 100 grãos, não havendo diferença estatística significativa para comprimento de panículas e produtividade; foram obtidos maiores valores médios para número de grãos/panículas, comprimento de panículas e produtividade, quando se aplicou biofertilizante e com relação a compostagem para o rendimento, número de panículas e de grãos/panícula, a cultivar Santana dos Garrotes também se destacou obtendo uma produtividade de aproximadamente 5000 kg.ha⁻¹, 21 panículas e 52 grãos/panícula enquanto a local o rendimento foi de 4500 kg.ha⁻¹, 18 panículas e 46 grãos, respectivamente, na maior dosagem de 30 ton.ha⁻¹ de composto orgânico. Com relação aos teores de macro e micronutrientes na planta após a colheita de grãos a cultivar de Santana dos Garrotes também foi superior a local no conteúdo de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio e zinco e foram obtidos maiores valores de cálcio e magnésio no tratamento sem aplicação de biofertilizante do que no tratamento com aplicação de biofertilizante. Economicamente comparando-se a produção do sistema

agroecológico com o convencional o sistema agroecológico foi superior, apresentando um lucro adicional/ha de R\$ 555,00 (quinhentos e cinquenta e cinco reais), além das vantagens de fortalecimento do solo, utilização de menos água na irrigação e de não prejudicar a saúde do(a) produtor(a) rural nem do consumidor de arroz.

Palavras-chave: 1.Arroz vermelho. 2.Práticas agroecológicas. 3.Agricultura familiar. .

ABSTRACT

AGROECOLOGICAL PRACTICES IN THE RED RICE PRODUCTION IN THE APODI VALLEY, RN

Socially and economically, rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important culture around the world. In Apodi it is the main culture related to the economics but through the last years the production has been falling, owed mainly to the unsuitable handling of the culture, from the planting up to the marketing. The aim of this study is to evaluate the red rice production using ecological practices with supporting participative research to the local production. The cultural elements recommended by the agroecological literature were compared, using the composting in four levels (0, 10, 20 and 30 ton.ha⁻¹), with and without application of biofertilizer testing itself during the production of two cultivars: the local one and Santana dos Garrotes one. The experiment was made in the rural community of Apodi (5° 40' S e 37° 44' W). The experimental pieces were of 3,0 m (length) and 1,50 m (width), with five outlines spaced of 0,30 meters, considered as a useful area for the central row, removing 0,50 meters in each extremity of the row. The characteristics evaluated were: production of grains, plant height, medium weight of 100 grains, number of panicles, number of grains/panicles and length of the panicle, dry and fresh matter degree on red rice plants, macronutritious and micronutritious. The statistical procedures used was the one of casualized blocks, in factorial scheme 2 X 2 X 4. Statistical analyses were carried out using the Statistical Program ASSISTAT Version 7.5. There was a significant effect on the macro and micronutritious degree in the cultivar which was evaluated. the cultivar in Santana dos Garrotes was superior to the local one considering the evaluated characters of height of the plant, number of panicles, number of grains/panicles and medium weight of 100 grains, there was no statistical significant difference for the length of panicles and productivity characteristics; higher medium values were obtained for number of grains / panicles, length of panicles and productivity, when it was applied biofertilizer and regarding composting for the profit, number of panicles and of grains / panicles, the cultivar in Santana dos Garrotes also was outstanding obtaining a productivity of approximately 5000 kg.ha⁻¹, 21 panicles and 52 grains/panicle while the profit of the local one obtained values of 4500 kg.ha⁻¹, 18 panicles and 46 grains, respectively, in the highest dosage of 30 ton.ha⁻¹ of organic compound. Regarding to the macro and micro nutrititious on plant after the grain harvest the cultivar in Santana dos Garrotes was superior to the local one considering nitrogen, potassium, phosphorus, sodium and zinc and bigger values of calcium and magnesium were obtained in rice plants treated without biofertilizer application comparing to those with biofertilizer application. Economically the agroecological system production in comparison with the convencional one was superior, presenting an additional profit of R\$ 555,00 (ha) (five hundred and fifty five reals), besides the

advantages of strengthening of the ground, using of less water in the irrigation and not damaging the rural productor health either the health of those who consumes rice.

Key words: Red rice; agroecological practices, familiary agriculture.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química de alguns materiais, resíduos da indústria e esterco animais que podem ser utilizados na compostagem.....	31
Tabela 2 - Composição química e matéria orgânica de 4 medas de compostos orgânicos.	35
Tabela 3 - Análise química de alguns substratos utilizados em estudos com compostos orgânicos e plantimax na produção de mudas de Alface. Mossoró-RN, 2001.	36
Tabela 4: Médias de número de folhas (NF), altura da planta (AP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), de três grupos de substratos utilizados em estudos com compostos orgânicos e plantimax na produção de mudas de Alface. Mossoró –RN, 2001.....	37
Tabela 5 – Análise de biofertilizante após 4 períodos de fermentação anaeróbica segundo Santos (1992) citado por Souza e Rezende (2006).....	42
Tabela 6 - Dados de temperatura baixa, alta e ótima para a produção de arroz (GUIMARÃES, FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2002).....	45
Tabela 7 – Quantidade de composto utilizada no experimento.....	54
Tabela 8 – Descrição do perfil de solo da unidade experimental. Apodi/RN, 2008.	58
Tabela 9 – Resultados das análises físicas do solo da unidade experimental. Apodi-RN, 2009.	59
Tabela 10 – Resultados das análises químicas do solo da unidade experimental. Apodi-RN, 2009.	60
Tabela 11 – Resultado das análises de micronutrientes do perfil de solo da unidade experimental. Apodi-RN.	61

Tabela 12 – Resultado das análises químicas do composto e biofertilizante utilizados no experimento. Apodi-RN, 2009.....	64
Tabela 13 – Resultado da análise de água do poço amazonas utilizado na irrigação do arroz vermelho agroecológico. Apodi-RN, 2009.....	64
Tabela 14 - Maiores países produtores de arroz no mundo.....	98
Tabela 15 - Comunidades produtoras de arroz vermelho, número de produtores e respectiva área cultivada, no Vale do Apodi. Apodi-RN, 2008.	100
Tabela 16: Exigências em macronutrientes e micronutrientes pela cultura do arroz, adaptada de Malavolta (2006).....	105
Tabela 17- Custos diferenciados dos sistemas agroecológico e tradicional para 1 hectare de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.....	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Montagem de pilhas de composto - horta do projeto Juventude Rural na comunidade de Reforma – Apodi/RN, 2007. Foto: SEAPAC.....	34
Figura 2 – Horta do grupo de mulheres da comunidade Baixa Fechada 1 – Apodi/RN, 2006. Foto: SEAPAC.....	39
Figura 3 – Composto orgânico do grupo de jovens do projeto juventude rural da comunidade rural de Reforma, Apodi/RN, 2008. Fotos: SEAPAC.....	40
Figura 4 – Bombona plástica com capacidade para 200 litros utilizada na confecção de biofertilizante. Foto: SEAPAC, 2008.....	41
Figura 5 – Reunião da associação de Reforma. Foto: SEAPAC, 2008.....	48
Figura 6 – Trincheira aberta no local do experimento para determinações físicas e químicas do solo. Foto: SEAPAC, 2008.....	48
Figura 7 – Instalação do experimento. Foto: SEAPAC, 2008.....	50
Figura 8 – Bulação. Operação que facilita o plantio à lanço. Foto: Cedida.....	51
Figura 9 – Confecção da primeira camada do composto orgânico do experimento. Foto: SEAPAC, 2008.	52
Figura 10 – Pilhas de composto do experimento. Foto: SEAPAC, 2008.....	53
Figura 11 – Pesagem dos tratamentos (composto orgânico). Foto: SEAPAC, 2008.	53
Figura 12 – Confecção do biofertilizante. Foto: SEAPAC, 2008.....	55
Figura 13 – Bombona plástica onde foi produzido o biofertilizante. A mangueira é para saída do gás metano produzido na fermentação anaeróbica. Foto: SEAPAC, 2008.	55
Figura 14 – Gráficos para cultivares e regressão ajustada para a característica altura da planta. Apodi-RN, 2009.	66
Figura 15 – Gráficos para cultivares e regressão ajustada para a característica peso médio de 100 grãos. Apodi-RN, 2009.	69

Figura 16 – Gráficos para cultivares e regressão ajustada para a característica comprimento de panículas. Apodi-RN, 2009.	72
Figura 17 – Gráficos para cultivares e aplicação de biofertilizante para a característica número de grãos/panículas. Apodi -RN, 2009.....	75
Figura 18 – Gráfico da análise de regressão para a característica número de grãos/panículas. Apodi-RN, 2009.....	76
Figura 19 – Gráfico para comportamento de cultivares e análise de regressão para a característica número de panículas. Apodi-RN, 2009.....	79
Figura 20 – Gráficos para comportamento de cultivares e análise de regressão para a produção de grãos. Apodi-RN, 2009.	82
Figura 21 – Quebra-vento feito com sorgo. Foto: SEAPAC. Apodi-RN, 2008....	112
Figura 22 – Gráficos das matérias fresca e seca para o tratamento cultivares avaliadas. Apodi-RN, 2009.	115
Figura 23 – Gráficos para os macronutrientes nitrogênio e fósforo para o tratamento cultivares avaliadas. Apodi-RN, 2009.....	116
Figura 24 – Gráficos para o macronutriente potássio para os tratamentos cultivares avaliadas e aplicação de biofertilizante. Apodi-RN, 2009.....	117
Figura 25 – Gráficos para os teores de cálcio e magnésio – tratamento aplicação de biofertilizante. Apodi-RN, 2009.....	119
Figura 26 – Gráficos para o conteúdo dos micronutrientes zinco e sódio nas cultivares local e Santana dos Garrotes. Apodi-RN, 2009.....	121
Figura 27 – Sócios da associação dos produtores de arroz vermelho do Vale do Apodi – APAVA na fundação da associação. Foto: SEAPAC, 2005.....	134
Figura 28 – Sócios da APAVA na oficina de elaboração do Plano de Negócio da cadeia produtiva do arroz. Foto: SEAPAC, 2009.....	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Interação Cultivar x Biofertilizante.....	67
Quadro 2 - Interação Cultivares x Composto.	67
Quadro 3 - Interação Biofertilizante x Composto.	68
Quadro 4 - Interação Cultivar x Biofertilizante.	70
Quadro 5 - Interação Cultivares x Composto.	71
Quadro 6 - Interação Biofertilizante x Composto.	73
Quadro 7 - Interação Cultivar x Biofertilizante.....	73
Quadro 8 - Interação Cultivares x Composto.	74
Quadro 9 - Interação Biofertilizante x Composto.	77
Quadro 10 - Interação Cultivar x Biofertilizante.	77
Quadro 11 - Interação Cultivares x Composto.	77
Quadro 12 - Interação Biofertilizante x Composto.	80
Quadro 13 - Interação Cultivar x Biofertilizante.	80
Quadro 14 - Interação Cultivares x Composto.	80
Quadro 15 - Interação Biofertilizante x Composto.	80
Quadro 16 - Interação Cultivar x Biofertilizante.	83
Quadro 17 - Interação Cultivares x Composto.	83
Quadro 18 - Interação Biofertilizante x Composto.	84
Quadro 19 – Lucro adicional referente aos dois sistemas comparados na pesquisa participativa. Apodi-RN, 2009.	141

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento;
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- SEAPAC: Serviço de Apoio aos Projetos Alternativos Comunitários;
- PDHC: Projeto Dom Helder Câmara;
- FOAFAP: Fórum da Agricultura Familiar de Apodi;
- STR: Sindicato dos Trabalhadores Rurais;
- COAFAP: Cooperativa da Agricultura Familiar;
- APAVA: Associação dos Produtores de Arroz Vermelho do Vale do Apodi;
- UFERSA: Universidade Federal Rural do Semi-Árido;
- PETROBRAS: Petróleo Brasileiro Sociedade Anônima;
- ONGS: Organizações Não Governamentais;
- IFRN: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
- ESALQ: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz;
- EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;
- ANAVA: Análise de Variância;
- UERN: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte;
- UFAL: Universidade Federal de Alagoas;
- CTA: Cooperativa de Trabalhadores Autônomos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	20
2. CAPÍTULO I: Produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas: um trabalho em rede de início de uma fase de transição agroecológica em Apodi.....	23
2.1. RESUMO.....	23
2.2. ABSTRACT.....	24
2.3. INTRODUÇÃO.....	25
2.4. REVISÃO DE LITERATURA.....	27
2.4.1. Agroecologia: histórico, conceitos e importância.....	27
2.4.2. Compostagem e aplicação de biofertilizante como práticas agroecológicas na produção agrícola.....	28
2.4.2.1. Histórico.....	28
2.4.2.2. Conceitos.....	29
2.4.2.3. Métodos de compostagem.....	29
2.4.2.3.1. Compostagem aeróbica.....	29
2.4.2.3.2. Compostagem anaeróbica.....	30
2.4.2.3.3. Compostagem mista.....	30
2.4.2.4. Princípios da compostagem.....	30
2.4.2.5. Composição química de alguns materiais utilizados na compostagem.....	31
2.4.2.6. Montagem e composição química do composto.....	32
2.4.2.7. Aplicação e custos do composto.....	37
2.4.2.8. Compostagem líquida: biofertilizante.....	40
2.4.3. Aspectos edafoclimáticos relacionados à produção de arroz.....	42
2.5. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
2.5.1. Caracterização local.....	47

2.5.2. Amostras e análises de solos, água, biofertilizante e do composto.....	48
2.5.3. Instalação do experimento.....	49
2.5.3.1. Preparo do solo.....	50
2.5.3.2. Obtenção do composto orgânico.....	51
2.5.3.3. Obtenção do biofertilizante.....	54
2.5.4. Tratamentos.....	56
2.5.5. Características avaliadas.....	56
2.5.6. Delineamento Estatístico.....	56
2.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
2.6.1. Caracterização do perfil do solo.....	57
2.6.2. Caracterização física e química do solo local.....	59
2.6.3. Resultados das análises de laboratório do composto, biofertilizante e da água do poço amazonas utilizada na irrigação.....	63
2.6.4. Aspectos relacionados à produção de arroz vermelho.....	66
2.6.4.1. Altura da planta.....	66
2.6.4.2. Peso médio de 100 grãos.....	69
2.6.4.3. Comprimento de panículas.....	72
2.6.4.4. Número de grãos/panículas.....	75
2.6.4.5. Número de panículas.....	78
2.6.4.6. Produção de grãos.....	82
2.7. CONCLUSÕES.....	87
2.8. REFERÊNCIAS.....	88
3. CAPÍTULO II: Teores de macro e micronutrientes na planta de arroz cultivada utilizando práticas agroecológicas.....	93
3.1. RESUMO.....	93
3.2. ABSTRACT.....	94
3.3. INTRODUÇÃO.....	95

3.4. REVISÃO DE LITERATURA.....	97
3.4.1. Dados Gerais da Cultura do Arroz.....	97
3.4.1.1. Centro de Origem Primária e Taxonomia.....	97
3.4.1.2. Importância econômica e nutricional.....	97
3.4.2. Potencialidades, problemas e oportunidades para o cultivo de arroz em Apodi.....	102
3.4.3. Exigências nutricionais para a cultura do arroz e importância dos macronutrientes e micronutrientes para o desenvolvimento da orizicultura	104
3.4.4. Absorção de nutrientes e diagnose nutricional de planta de arroz....	108
3.5. MATERIAL E MÉTODOS.....	111
3.5.1. Caracterização local.....	111
3.5.2. Amostragens e análises de solos, água, biofertilizante e do composto.....	111
3.5.3. Instalação do experimento.....	111
3.5.4. Obtenção do composto e do biofertilizante.....	112
3.5.5. Tratamentos e características avaliadas.....	113
3.5.6. Delineamento Estatístico.....	114
3.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	115
3.6.1. Resultados das análises de planta.....	115
3.7. CONCLUSÕES.....	124
3.8. REFERÊNCIAS.....	125
4. CAPÍTULO III: Pesquisa participativa de apoio à produção agroecológica de arroz vermelho em Apodi: viabilidade econômica, principais impactos e resultados.....	128
4.1. RESUMO.....	128
4.2. ABSTRACT.....	129
4.3. INTRODUÇÃO.....	130
4.4. REVISÃO DE LITERATURA.....	132

4.4.1. A importância da Pesquisa Participativa e análise de viabilidade econômica em ações de desenvolvimento local.....	132
4.5. MATERIAL E MÉTODOS.....	138
4.5.1. Análise de viabilidade econômica.....	138
4.5.2. Análise dos principais resultados e impactos do trabalho.....	139
4.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	140
4.6.1. Análise de viabilidade econômica.....	140
4.6.2. Principais resultados e impactos da pesquisa participativa de produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas em Apodi.....	141
4.7. CONCLUSÕES.....	145
4.8. REFERÊNCIAS.....	146
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	148
6- APÊNDICE.....	150

1. INTRODUÇÃO GERAL

O arroz é uma das culturas mais importantes do mundo, tanto socialmente quanto economicamente. O Brasil é o maior produtor desse grão na América Latina onde se cultiva, em média, por ano, 4 milhões de hectares (FERREIRA et al., 2005). Para Streck et al. (2006) além do arroz ser um dos principais produtos que compõem a cesta básica, é também a principal fonte de calorias entre os grãos, uma vez que fornece cerca de 20% das calorias e 14% do que necessita o ser humano em proteínas.

O arroz vermelho, entretanto é pouco conhecido e, portanto, pouco cultivado. No Brasil foi o primeiro tipo de arroz introduzido pelos colonizadores, sendo atualmente cultivado principalmente no Semiárido nordestino e em ordem de importância nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará, Bahia e Alagoas (PEREIRA, 2004).

Na região do vale do Apodi/RN, onde foi desenvolvido o trabalho, predomina uma estrutura fundiária baseada em pequenas propriedades familiares chamadas minifúndios, que geralmente não ultrapassam vinte hectares. Nessa região predomina a agricultura familiar.

Região com excelente potencial hídrico, ampliado com a construção da barragem de Santa Cruz, que possui capacidade de armazenamento de 600 milhões de metros cúbicos de água, vem se destacando na produção de culturas irrigadas durante todo o ano, principalmente com o cultivo de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.), onde Apodi é o principal município produtor dessa cultura no Rio Grande do Norte, respondendo com aproximadamente 80% da produção.

Apesar das condições favoráveis ao plantio dessa cultura em Apodi, observa-se uma dinâmica desorganizada na produção e na comercialização, com forte influência de atravessadores que financiam desde o corte de terra, até o controle da comercialização, ditando preços, determinando o “pacote de produção” e comprometendo os produtores, que se sentem obrigados a produzir para essas pessoas,

uma vez que alguns, inclusive, são proprietários da unidade de beneficiamento, armazenamento e comercialização de arroz.

Associados aos problemas da falta de organização, somam-se aqueles relacionados à utilização elevada e inadequada de adubos e defensivos químicos, e ao excesso de água na irrigação, face ao descontrole da lâmina de água aplicada aos solos. Problemas como perfilhamento e queda da produtividade, salinização de solos, perda da diversidade genética das sementes, além dos aumentos sucessivos dos custos de produção, são apontados por muitos produtores como fatores que vêm limitando o cultivo dessa importante cultura, que poderia estar proporcionando um maior rendimento e rentabilidade à produção familiar local.

O método de produção convencional, em que se utiliza alto nível tecnológico, com muitos agrotóxicos e adubos sintéticos que vem sendo usado na produção de arroz vermelho em Apodi, dá sinais de exaustão em alguns países e locais, demonstrando sua insustentabilidade. Nas últimas décadas, segundo Gliessman (2000), todos os países que adotaram a famosa “revolução verde”¹ apresentaram declínio na taxa de crescimento anual do setor agrícola.

Paralelamente, a agricultura ecológica, agroecológica, orgânica, ou viável, vem crescendo, de modo que atualmente é “um agente para as mudanças sociais e ecológicas complexas que tenham necessidade de ocorrer no futuro a fim de levar a agricultura para uma base verdadeiramente sustentável” (GLIESSMAN, 2000).

O que está faltando são pesquisas de apoio a agroecologia. Pesquisas participativas que venham dar suporte à produção familiar sustentável. Em Apodi, como em outras regiões, há muitos projetos e ações que estão sendo desenvolvidas utilizando práticas agroecológicas visando a sustentabilidade da produção. Mas, sem o

¹ Revolução verde: Uso intensivo do solo, monocultivo, utilização em massa de fertilizantes sintéticos, controle químico de pragas, doenças e ervas daninhas, manipulação genética de plantas e animais, a partir da descoberta da síntese de moléculas na segunda guerra mundial. Pacote de tecnologias para a atividade agropecuária sem muitas das vezes se preocupar com o meio ambiente.

apoio da pesquisa, da experimentação, e sem orientação na resolução de problemas simples, que se agravam devido a sucessivas adubações orgânicas em um mesmo solo, ocasionando o perfilhamento de plantas ou favorecendo o aparecimento de pragas e doenças, como vem acontecendo em alguns locais, de modo que a sustentabilidade tão necessária do solo tornar-se-á improvável, sendo necessário e urgente unir o conhecimento empírico ao científico com envolvimento do ator local em se tratando principalmente de agricultura familiar.

Pretendeu-se com o presente trabalho avaliar o desenvolvimento de técnicas agroecológicas no cultivo do arroz para conhecimento e empoderamento das famílias arroteiras local, iniciando um período de transição agroecológica participativo e sustentável de apoio a esta importante cadeia consolidando um processo participativo que iniciou em 2005.

2. CAPÍTULO I: Produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas: um trabalho em rede de início de uma fase de transição agroecológica em Apodi

2.1. RESUMO

A cultura do arroz no município de Apodi assume grande relevância, constituindo-se em uma das principais culturas que movimentam a economia nesse município. Com o objetivo de avaliar a produção de arroz vermelho utilizando compostagem e aplicação de biofertilizante, como práticas agroecológicas, em um resgate à produção local de arroz com sustentabilidade e alta rentabilidade foi desenvolvido este trabalho. Foram coletadas cinco amostras do perfil de solo que foram submetidas às análises físicas e químicas segundo metodologia da (EMBRAPA, 1997). Foram comparados os tratamentos culturais recomendados pela literatura em agroecologia, utilizando-se a compostagem em quatro níveis (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹), com e sem aplicação de biofertilizante, testando-se na produção de duas cultivares: cultivar local e a cultivar de Santana dos Garrotes. O experimento foi conduzido na comunidade rural de Reforma em Apodi (5° 40' S e 37° 44' W). As parcelas experimentais foram de 3,0 m de comprimento por 1,50 m de largura, com cinco linhas espaçadas de 0,30 m, e considerada como área útil a fileira central, eliminando-se 0,50 m em cada extremidade da fileira. Foram avaliadas as características: produção de grãos, altura da planta, peso médio de 100 grãos, número de panículas, número de grãos/panícula e comprimento da panícula. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 X 2 X 4. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Programa Estatístico ASSISTAT Versão 7.5. Houve efeito significativo nos dados de produção de arroz vermelho cultivado com práticas agroecológicas de aplicação de biofertilizante e doses de composto orgânico, no comportamento da cultivar Local e de Santana dos Garrotes; a cultivar de Santana dos Garrotes foi superior à local para os caracteres avaliados de altura da planta, número de panículas, número de grãos/panícula e peso médio de 100 grãos, não havendo diferença estatística significativa para as características comprimento de panículas e produtividade; foram obtidos maiores valores médios para número de grãos/panículas, comprimento de panículas e produtividade, quando se aplicou biofertilizante e com relação à compostagem para o rendimento, número de panículas e de grãos/panícula, a cultivar Santana dos Garrotes também se destacou obtendo uma produtividade de aproximadamente 5000 kg.ha⁻¹, 21 panículas e 52 grãos/panícula enquanto a local o rendimento foi de 4500 kg.ha⁻¹, 18 panículas e 46 grãos, respectivamente, na maior dosagem de 30 ton.ha⁻¹ de composto orgânico.

Palavras-chave: Pesquisa Participativa, Arroz Vermelho, Agroecologia.

**Production of red rice (*Oryza sativa* L.) using agroecological practices: a work
which has begun in a period of agroecological transition in Apodi**

2.2. ABSTRACT

The rice culture (*Oryza sativa* L.) in the city of Apodi assumes great relevance, being constituted in one of the main cultures that helps the economics movement in that place. The aim of this study was to evaluate red rice production using composting and the application of biofertilizer, such as agroecological practices, related to that production with sustainability and high profitability. Five samples were collected from the ground profile that were subjected to the physical and chemical analyses according to the methodology of (EMBRAPA, 1997). The cultural elements recommended by the agroecological literature were compared, using the composting in four levels (0, 10, 20 and 30 ton/ha), with and without application of biofertilizer, testing itself during the production of two cultivars: the local one and Santana dos Garrotes one. The experiment was made in the rural community of Apodi (5° 40' S e 37° 44' W). The experimental pieces were of 3,0 m (length) and 1,50 m (width), with five outlines spaced of 0,30 meters, considered as a useful area for the central row, removing 0,50 meters in each extremity of the row. The characteristics evaluated were: production of grains, plant height, medium weight of 100 grains, number of panicles, number of grains/panicles and length of the panicle. The statistical procedures used was the one of casualized blocks, in factorial scheme 2 X 2 X 4. Statistical analyses were carried out using the Statistical Program ASSISTAT Version 7.5. There was highly significant effect in the production data of red rice cultivated with agroecological practices during the application of biofertilizer and doses of organic compound, about the behaviour of the local cultivar and Santana dos Garrotes one; the cultivar in Santana dos Garrotes was superior to the local one considering the evaluated characters of height of the plant, number of panicles, number of grains/panicles and medium weight of 100 grains, there was no statistical significant difference for the length of panicles and productivity characteristics; higher medium values were obtained for number of grains / panicles, length of panicles and productivity, when it was applied biofertilizer and regarding composting for the profit, number of panicles and of grains / panicles, the cultivar in Santana dos Garrotes also was outstanding obtaining a productivity of approximately 5000 kg.ha⁻¹, 21 panicles and 52 grains/panicle while the profit of the local one obtained values of 4500 kg.ha⁻¹, 18 panicles and 46 grains, respectively, in the highest dosage of 30 ton.ha⁻¹ of organic compound.

Key Words: Participative Research; Red Rice; Agroecology.

2.3. INTRODUÇÃO

Sabe-se que apesar de se falar bastante em desenvolvimento sustentável na agricultura com base na agroecologia, que há várias limitações que vão desde a própria formação técnica profissional adquirida na academia que pouco ou nada há na grade curricular de formação do profissional, como também da pesquisa e extensão em suas mais variadas formas, que não fazem chegar às informações técnicas a todos que lidam com agricultura, de modo que é comum se escutar nas reuniões ou mesmo em conversas informais com agricultores(as) que um dos principais problemas enfrentados é a falta de assistência técnica, da tecnologia, que o auxilie em suas atividades.

Nesse sentido é preciso avançar, principalmente em uma das principais ferramentas que é a pesquisa e extensão. Várias são as dúvidas como, por exemplo, qual a melhor dosagem de um composto orgânico para a produção de um canteiro de hortaliças ou para uma fruteira? Qual a dosagem de um extrato vegetal necessária ao controle efetivo de uma população de insetos praga? Essas e outras questões como época de aplicação, consórcio etc. precisam ser estudadas, aprimoradas, nas assessorias e pesquisas participativas desenvolvidas junto aos grupos, para que se possa produzir sustentavelmente. Afinal sem dados de pesquisa poder-se-á estar limitando o uso de recursos como água e solos, por exemplo, e elevações severas de pH poderão acontecer como também o desenvolvimento de pragas e doenças que limitarão a curto, médio ou longo prazo a atividade que se está desenvolvendo.

Foi com este pensamento e proposta que se desenvolveu este trabalho, um trabalho pioneiro, envolvendo diversos atores. Várias são as experiências que estão sendo implantadas na região, de trabalho em Agroecologia, como o projeto juventude rural na implantação de várias hortas comunitárias agroecológicas com jovens no Território Sertão do Apodi, dentre outras.

Organizações Não Governamentais, como o Serviço de Apoio aos Projetos Alternativos Comunitários – SEAPAC, Visão Mundial, Cooperativas de Assessoria

Técnica ao Desenvolvimento Rural Sustentável de atuação na região, dentre outras, só implantam projetos na linha agroecológica. Nesses projetos são valorizados e utilizados os próprios recursos naturais existentes como sementes nativas, conhecimento local, formação de compostos e extratos vegetais na adubação e controle de pragas, rotação de culturas, adubação verde, quebra ventos, enfim práticas agroecológicas na produção agrícola. A preocupação com o social e o meio ambiente são prioridades nos trabalhos desenvolvidos.

Afinal entende-se agroecologia como sendo a ciência que estuda os agroecossistemas interagindo com outras ciências a agronomia, ecologia e sociologia (ALTIERI, 1989). É emergente e está em expansão. Por outro lado, a agricultura convencional, alto nível tecnológico dá sinais de exaustão em alguns locais, para Gliessman (2000) todos os países que adotaram a “revolução verde” vem apresentando declínio na taxa de crescimento anual do setor agrícola.

Objetivando avaliar a produção de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) utilizando a compostagem, aplicação de biofertilizante e pesquisa participativa, como práticas agroecológicas, em um resgate ao auge da produção de arroz com sustentabilidade e alta rentabilidade, desenvolvida segundo pesquisa “*in loco*” até a década de 1960-1970, antes da famosa “revolução verde”, foi desenvolvido este trabalho, uma vez que a orizicultura em Apodi vem apresentando limitações como por exemplo no uso dos solos e controle de pragas.

2.4. REVISÃO DE LITERATURA

2.4.1. Agroecologia: histórico, conceitos e importância

A agroecologia surgiu como uma alternativa de enfrentar os impactos causados pela modernização da agricultura no final dos anos setenta. Mas na realidade trata-se de uma redescoberta da agroecologia, pois é à base de conhecimento e práticas da agricultura de vários países e povos e em sua trajetória buscou a complementariedade entre os vários ramos da ciência, tomando-se sempre como base de ação uma agricultura sustentável, o resgate e valorização do conhecimento e das práticas da agricultura familiar tanto local como dos povos indígenas, que foram transmitidas de geração em geração, diferentemente do científico onde tende a desvalorizar ou marginalizar esses conhecimentos e práticas por não serem metódicos, sistemáticos, ou construídos a partir de bases teórico-metodológicas próprias do conhecimento científico (GUZMÁN, MOLINA e GUZMÁN, 2000 citados por JALFIM, 2008).

Segundo Aquino e Assis (2005) o emprego mais antigo da palavra foi com relação ao zoneamento agroecológico, que é a demarcação territorial da área de exploração possível de uma cultura, em função das condições edafoclimáticas locais necessárias ao seu desenvolvimento.

Essa agricultura ecológica, agroecológica, orgânica, ou viável vem crescendo, teve um impulso em 1974 com a realização do 1º Congresso Internacional de Ecologia onde se estabeleceu a base ecológica da sustentabilidade por alguns atores em 1984; de modo que atualmente é “um agente para as mudanças sociais e ecológicas complexas que tenham necessidade de ocorrer no futuro a fim de levar a agricultura para uma base verdadeiramente sustentável” (GLIESSMAN, 2000).

Entende-se por agroecologia como sendo o manejo ecológico dos diversos recursos naturais existentes em cada local, através de formas de ação social coletivas, em alternativa à atual crise de modernidade, mediante propostas de desenvolvimento

participativo (JALFIM, 2008). É a ciência que estuda os agroecossistemas interagindo com outras ciências como a agronomia, ecologia e sociologia (ALTIERI, 1989).

A agroecologia busca avaliar os aspectos ecológicos, sócio-econômicos e agronômicos de um ecossistema, procurando mantê-lo sustentável, produtivo e rentável. Suas principais metas são: desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sadia, economicamente viável, socialmente justa e culturalmente aceitável para os usuários de cada local (PENTEADO, 2009).

É por isso que a agroecologia é importante. Exige uma visão de conjunto. Não utiliza receitas prontas. Não se pode utilizar receitas como faz a agricultura convencional, mas sim conceitos (PENTEADO, 2009). Inúmeros problemas são enfrentados pela agroecologia como esforços no sentido de realização de pesquisas, experimentação, testes para expansão do conhecimento no meio rural para empoderamento por parte de agricultores(as) (AQUINO e ASSIS, 2005).

2.4.2. Compostagem e aplicação de biofertilizante como práticas agroecológicas na produção agrícola

2.4.2.1. Histórico

O composto, ou a compostagem, vem sendo uma prática utilizada desde muito tempo, onde o(a) agricultor(a) utiliza restos de produtos orgânicos, tanto de origem animal como vegetal, para incorporação ao solo, objetivando melhorar suas capacidades físicas e químicas em busca de melhores produções.

Inicialmente a compostagem era preparada sem nenhum conhecimento técnico-metodológico. Partindo desse conhecimento e de alguns estudos da época o fitopatologista inglês Albert Howard (1947) citado por Kiehl (1985) desenvolveu na Índia uma técnica de fabricação de fertilizante que os nativos utilizavam de maneira empírica, de modo que essa técnica ficou conhecida no mundo inteiro como “método Indore”, muito empregada em resíduos agrícolas.

No Brasil essa prática começa a ganhar espaço a partir do Instituto Agrônomo de Campinas em 1888 com o incentivo aos produtores a produzirem os fertilizantes classificados como “estrumes nacionais” em substituição aos fertilizantes minerais que eram todos importados. A partir de então surgem outros trabalhos como a produção de matéria orgânica em fazendas de café; a Escola Superior Luiz de Queiroz - ESALQ com o fomento do preparo do composto, dentre outros (KIEHL, 1985).

2.4.2.2. Conceitos

A palavra composto é originária do latim “*compositu*”, que significa um complexo de vários elementos juntos.

“É o processo de transformação de materiais grosseiros, como palhada e estrume, em materiais orgânicos utilizáveis na agricultura” (SOUZA e REZENDE, 2006). É o processo de transformação de matéria orgânica em húmus, gás carbônico, calor e água, através da ação dos microorganismos, responsável pela ciclagem de nutrientes no solo, ocorrendo todo o tempo na natureza (NEGRÃO 2000, citado por CÂMARA, 2001).

A metodologia consiste em, de um modo geral, observar a relação Carbono/Nitrogênio da matéria prima escolhida, realizar o processo em local adequado de acordo com a fermentação, controlar a umidade, aeração, temperatura e demais fatores conforme o objetivo de utilização do composto.

2.4.2.3. Métodos de compostagem

São três os métodos de compostagem conforme Penteadó (2000):

2.4.2.3.1. Compostagem aeróbica

É a compostagem comumente utilizada, caracterizando-se pela presença de ar no interior da pilha, altas temperaturas decorrentes da liberação de gás carbônico, vapor de água e rápida decomposição da matéria orgânica. Neste processo ocorre a eliminação de organismos e sementes indesejáveis, mau odor e moscas.

2.4.2.3.2. Compostagem anaeróbica

Processo mais lento em comparação ao aeróbio ocorrendo sob menores temperaturas e ausência de oxigênio devido à fermentação. Neste processo ocorre desprendimento de gases como o metano e sulfídrico, que exalam mau cheiro. Não há isenção de microrganismos e sementes indesejadas.

2.4.2.3.3. Compostagem mista

A compostagem é submetida a uma fase aeróbica e outra anaeróbica.

2.4.2.4. Princípios da compostagem

No início da decomposição predominam bactérias e fungos mesófilos produtores de ácidos, o pH situa em torno de 5,5; com a elevação da temperatura e na fase termófila a população dominante passa a ser de actinomicetes, bactérias e fungos termófilos, há elevação da temperatura chegando até os 75 graus Celsius. Após essa fase que dura em torno de até 90 dias, o composto passa a começar a perder calor, retornando a fase mesófila e de maturação, onde a temperatura chega a até os 40 graus Celsius e pH 8,5 terminando com a fase criófila quando a temperatura do composto fica igual a ambiente. O período total pode chegar até os 100 a 120 dias. (KIEHL, 1985; PEREIRA NETO, 1996 citado por SOUZA e REZENDE, 2006).

Dos vários elementos necessários à decomposição no composto o carbono e o nitrogênio são os mais importantes, sendo o carbono o mais requerido pelos microrganismos, em uma razão ideal de pelo menos 30/1 (carbono/nitrogênio); de modo que as leguminosas em média apresentam uma relação de 20/1 a 30/1, palhas e cereais de 50/1 a 200/1 e madeiras de 100/1 a 500/1 (SOUZA e REZENDE, 2006).

2.4.2.5. Composição química de alguns materiais utilizados na compostagem

O principal objetivo da compostagem é o de melhorar as propriedades do solo principalmente nos aspectos de fertilidade, estrutura, poder tampão, aumento da CTC, retenção de água e diminuição da temperatura (RICCI et al., 2006). Vários trabalhos apresentam os efeitos benéficos da compostagem, tanto no solo como nas culturas, como por exemplo, corrigindo a acidez do solo, melhorando a absorção de nutrientes, fornecendo macro e micro elementos essenciais ao desenvolvimento vegetal (MARACAJÁ et al., 2006; ALVES e PASSONI, 1997; SANTOS et al., 2001; PEREIRA et al., 1988). Tem-se a seguir na Tabela 01, um resumo da composição química de alguns restos de plantas, de materiais da indústria e de esterco que são utilizados na compostagem.

Tabela 1 – Composição química de alguns materiais, resíduos da indústria e esterco animais que podem ser utilizados na compostagem.

Material	Mat. Orgânica (%)	N (%)	C/N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Sementes algodão	95,6	4,6	12/1	1,4	2,4
Casca arroz	54,5	0,8	39/1	0,6	0,5
Palha arroz	54,3	0,8	39/1	0,6	0,4
Capim pé de galinha	87,0	1,2	41/1	0,5	-
Feijão de porco	88,5	2,5	19/1	0,5	2,4
Feijão gandu	95,9	1,8	29/1	0,6	1,1
Palha feijão	94,7	1,6	32/1	0,3	1,9
Ramos mandioca	95,3	1,3	40/1	0,3	-
Palha milho	96,7	0,5	112/1	0,4	1,6
Sabugo do milho	45,2	0,5	101/1	0,2	0,9
Mucuna preta	90,7	2,2	22/1	0,6	3,0
Bagaço cana-de-açúcar	71,4	1,0	37/1	0,2	0,9
Penas de galinha	88,2	13,5	4/1	0,5	0,3
Esterco bovino	57	1,7	32/1	0,9	1,4
Esterco ovino	65	1,4	32/1	1,0	2,0
Esterco de aves	50	3,0	51/1	3,0	2,0

Fonte: Kiehl (1985); Souza e Rezende (2006) citados por Diniz Filho et al. (2007).

2.4.2.6. Montagem e composição química do composto

Alguns cuidados iniciais devem ser adotados no planejamento do local de montagem das pilhas para compostagem.

É interessante observar se o local é próximo da fonte ou se tem disponibilidade de água, fácil acesso tanto para descarregar o material, para revirar o composto, como também para posterior utilização. O ideal é que tenha um pouco de inclinação para facilitar a drenagem, protegido de ventos, da insolação direta e de chuvas, pois quando o composto fica exposto diretamente aos agentes climáticos poderá perder em até 50% seu poder nutritivo (PENTEADO, 2000).

Segundo Souza e Rezende (2006) o rendimento médio do composto orgânico é de 250 kg de composto pronto para cada metro cúbico empilhado.

De uma maneira geral, segundo Ricci et al. (2006) o material para compostagem pode incluir diversos resíduos vegetais (palha, cascas, podas e aparas, etc.) e também alguns resíduos de origem animal (restos de abatedouro, escamas de peixe, etc.) misturados ao esterco oriundo das fezes animais. Quase todo material de origem animal ou vegetal pode entrar na produção do composto. Contudo, existem alguns subprodutos que não devem ser usados (madeira tratada com pesticidas ou verniz, couro, papel e esterco de animais alimentados em pastagens que receberam herbicidas).

A relação C/N da mistura deve ser de aproximadamente 30/1; se esta razão for maior diminui-se o crescimento de microorganismos por falta de nitrogênio ocasionando demora na decomposição; por outro lado, se for menor, o excesso de nitrogênio acelera a decomposição mas faz com que haja criação de áreas anaeróbicas ocasionando mau cheiro no composto (SOUZA e REZENDE, 2006). Na prática, a proporção dos componentes da mistura deve ficar em torno de 70% de material fibroso e 30% de esterco. Uma regra simples é que a quantidade de material fibroso (palha) deve ser 3 vezes maior que a quantidade de esterco.

São comuns as adições de termofosfato, pó de rocha, cinzas, tortas, farinha de ossos, borra de café, dentre outros suplementos. A cinza é fonte de diversos nutrientes e enriquece o composto, sobretudo em Potássio.

A primeira camada deve ser de material fibroso para diminuir a perda de nitrogênio para o solo. Essa camada deve alcançar em torno 30 cm de altura. A segunda camada deve ser de material rico em nitrogênio, com cerca de 10 cm de altura para manter a proporção. O esterco deve ser misturado a essa segunda camada e o material de enriquecimento deve ser colocado sobre ela. A pilha assim formada deve ser umedecida uniformemente (Figura 1). A combinação de material (palhas e restos culturais) podem ser colocadas em camadas finas de 5 cm (MATOS e LIBERALINO FILHO, 2007). A seqüência de camadas deve ser repetida, sendo a última camada de material fibroso. Recomenda-se formar pilhas com cerca de 1,2 m de altura com até 1,5m de largura. Devem ser protegidas de insolação excessiva, do vento e, particularmente, de chuva. Recomenda-se o uso de local sombreado, bem como, uma cobertura de plástico, folhas de bananeira, palha de carnaúba, folha coqueiro dentre outras, para cobrir a pilha nos primeiros 3 dias da compostagem ou quando houver risco de chuvas fortes (RICCI et al., 2006).



Figura 1 – Montagem de pilhas de composto - horta do projeto Juventude Rural na comunidade de Reforma – Apodi/RN, 2007. Foto: SEAPAC.

O teor de umidade ideal é de cerca de 60%. Um teste simples pode ser feito para avaliar a umidade da pilha. Apertar fortemente entre os dedos uma amostra, sentindo-a úmida, porém sem que nenhum líquido escorra. Para Kiehl (1985) umidade entre 60 e 70% revolver a pilha a cada 2 dias; umidade entre 40 e 60% revolver a cada 3 dias. Quando bem arejada a decomposição da mistura é mais rápida.

É importante que haja na mistura, tanto resíduos pequenos quanto grandes para favorecer a aeração e, ao mesmo tempo, conservar o calor. A reviragem periódica é a melhor prática para garantir a aeração das pilhas, a mistura dos componentes e, o mais importante, a exposição uniforme de todo o material às reações e às altas temperaturas resultantes. A faixa ideal de temperatura é de 55 a 70° C pelo menos durante 15 dias. Verifica-se a temperatura introduzindo um pedaço de ferro até o centro da pilha por alguns minutos. Quando se retirar o pedaço de ferro se não for possível tocá-lo, significa que a temperatura está excessivamente elevada. Neste caso, deve-se promover o revolvimento para baixar a temperatura. Se a umidade do substrato for insuficiente, a

pilha deve ser regada. Se a temperatura do pedaço de ferro for suportável ao tato é sinal de que a decomposição transcorre normalmente e se estiver frio, depreende-se que a decomposição está terminada ou que não está se processando (RICCI et al., 2006).

Um composto está pronto para ser usado quando seu volume for aproximadamente 1/3 do volume original não sendo possível identificar os componentes iniciais, molda-se facilmente nas mãos, cheiro tolerável agradável de terra como se estivesse mofada.

Na Tabela 2 tem-se a composição química e matéria orgânica de 4 medas de compostos orgânicos preparados com esterco de aves e materiais sem trituração bem como de dois compostos onde se comparou com adição de fosfato ao composto.

Tabela 2 - Composição química e matéria orgânica de 4 medas de compostos orgânicos.

Meda	M.O. (%)	C/N	pH	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
1	22	18	7,9	0,70	0,49	0,40	1,75	0,23	3	110	35000
2	32	12	8,7	1,50	1,50	1,35	5,70	0,60	30	200	20500
3	26	11	8,2	1,40	1,45	0,98	7,14	0,50	50	188	20391
4	52	13	6,8	2,40	0,41	0,75	1,55	0,31	32	62	17578
5 – Sem fosfato	52	15/1	7,1	2,12	0,71	1,18	2,74	0,48	44	164	17335
6- Com fosfato	50	15/1	7,4	2,10	1,82 [@]	1,36	6,44 [@]	0,56	54	226 [@]	14810

[@] Significativo. Fonte: Adaptado de Souza (1998) citado por Souza e Rezende (2006).

Pode-se observar na Tabela 5 acima a riqueza química de um composto em macro e microelementos, essenciais à nutrição, ao desenvolvimento e à produção vegetal. Observa-se também que ao se incorporar outros elementos como nesse caso o fostato, há um incremento significativo de outros elementos como fósforo, cálcio e zinco. Outros elementos que também podem ser incorporados como cinzas, a cal dentre outros, incrementam o composto aumentando suas propriedades químicas e, por conseguinte melhorando o solo em termos nutricionais, físicos e biológicos.

Na Tabela 3 pode-se observar as análises químicas de alguns substratos utilizados e na Tabela 4 pode-se observar as médias de número de folhas (NF), altura da planta (AP), matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da parte aérea (MSPA), de três grupos de substratos utilizados em estudos com compostos orgânicos e plantimax na produção de mudas de Alface no trabalho realizado por Câmara (2001) em Mossoró/RN.

Pode-se observar com os resultados das análises químicas dos substratos utilizados que embora o composto de folhas de cajueiro apresente maiores concentrações em potássio, sódio e enxofre bem como em pH, e menores concentrações em cálcio e fósforo, relativamente, que em relação ao número de folhas, altura da planta, matérias fresca e seca da parte aérea, os resultados foram significativos na utilização do composto de folhas de cajueiro do que quando comparados com o composto comercial plantmax.

Tabela 3 - Análise química de alguns substratos utilizados em estudos com compostos orgânicos e plantimax na produção de mudas de Alface. Mossoró-RN, 2001.

Identificação	PH (1:2,5)			Ca	Mg	K	Na	Al	P	S
	água	KCl	CaCl ₂							
Plantmax	6,1	5,1	5,7	18	4,50	1,72	3,54	0,20	1047	27,8
Composto folhas cajueiro	8,1	6,9	7,3	13	5,90	6,80	14,65	0,00	843	40,2

Fonte: Adaptado de Câmara (2001).

Tabela 4: Médias de número de folhas (NF), altura da planta (AP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), de três grupos de substratos utilizados em estudos com compostos orgânicos e plantimax na produção de mudas de Alface. Mossoró –RN, 2001.

Grupos	Características (médias)			
	NF (un)	AP (cm)	MFPA (g/pl)	MSPA (g/pl)
Plantmax	2,36 c	4,57 c	0,55 c	0,06 b
Composto folha cajueiro	2,51 b	5,90 b	0,93 b	0,09 a

Fonte: Adaptado de Câmara (2001). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott – Knott (5% de probabilidade).

Para Câmara (2001) fica clara a vantagem da utilização de composto orgânico, principalmente para os(as) pequenos(as) produtores(as) de mudas, devido a facilidade em se aproveitar os restos de culturas ou de vegetais e até mesmo, restos de animais, que seriam muitas vezes jogados no lixo, pois além da vantagem econômica tem-se a ambiental.

Nesse trabalho de comparação de compostos na produção de mudas de alface, Câmara (2001) concluiu também que os custos finais com os compostos orgânicos apresentaram-se economicamente inferiores em relação ao substrato comercial plantmax, resultando em uma maior economia proporcionando maior desenvolvimento de plântulas e formando mudas de qualidade.

2.4.2.7. Aplicação e custos do composto

O composto poderá ser incorporado ao solo, aplicado a lanço ou localizado. É importante que se leve em consideração primeiramente o resultado das análises de solo e água. A partir desses resultados e dos teores de elementos dos materiais a serem utilizados, calcula-se a quantidade de elementos e de compostos a serem confeccionados. Também, deve-se levar em consideração o teor de matéria orgânica e textura do solo, tipo de cultura e clima local. Geralmente em solos mais férteis são aplicados 10 ton.ha⁻¹ e, em solos degradados e/ou menos férteis, 20 a 30 ton.ha⁻¹ do

composto. De maneira geral o que se recomenda é aplicar o composto próximo à época de plantio, antes da aração e que seja incorporado a até 15 cm de profundidade (KAMIYAMA, 2001).

De maneira geral encontra-se na literatura recomendações para hortaliças no sentido de que se incorpore até 8 cm de profundidade no canteiro, em um valor médio de 5 kg por metro quadrado de canteiro em solos de média fertilidade; em fruteiras, recomenda-se uma aplicação de 12 a 15 kg.cova⁻¹ de 2 a 3 vezes por ano de composto (PEDINI,1998).

No que se refere aos custos com a compostagem, para Kamiyama (2001), é necessário 1 homem.dia⁻¹ para a obtenção de uma tonelada de composto e 15 toneladas de composto corresponde a aproximadamente 1 tonelada de adubos sintéticos, de modo que, adubar com composto orgânico pode ser de 3 a 4 vezes mais econômico do que adubar com adubos sintéticos.

Pode-se observar na Figura 2 canteiros de produção de hortaliças na comunidade rural de Baixa Fechada – Apodi/RN. O composto é incorporado antes do semeio e após a semeadura é feita a cobertura morta com palha de carnaúba.



Figura 2 – Horta do grupo de mulheres da comunidade Baixa Fechada 1 – Apodi/RN, 2006. Foto: SEAPAC.

Na Figura 3, pode-se observar também outros compostos que foram confeccionados para o plantio de hortaliças na comunidade rural de Reforma, Apodi/RN dos jovens do projeto juventude rural. Há outros grupos no município e em outras cidades da região Oeste Potiguar, de produtores(as) de hortaliças orgânicas, que recomendam e utilizam a compostagem como uma das principais práticas de manejo e uso sustentável do solo e adubação, onde se observa que quanto mais se maneja o solo com adubação orgânica, maior é a resposta da cultura em produção como também com o passar do tempo o solo fica cada vez mais fértil, poroso e há retorno e povoamento com minhoca e outros organismos vivos essenciais à manutenção da vida do solo.



Figura 3 – Composto orgânico do grupo de jovens do projeto juventude rural da comunidade rural de Reforma, Apodi/RN, 2008. Fotos: SEAPAC.

2.4.2.8. Compostagem líquida: biofertilizante

A compostagem líquida, tomando-se como base, o biofertilizante, é realizada a partir da fermentação em meio anaeróbico, ou na ausência de ar. Tem sido muito utilizada como adubação em cobertura tanto na produção de hortaliças, como de fruteiras e em grandes culturas como milho e feijão, na produção familiar.

Geralmente se utiliza esterco de gado leiteiro e água, que são misturados em proporções iguais e colocados em bobonas plásticas (200 litros), que são bem fechadas e adaptadas para que não haja entrada de ar (Figura 4) O gás metano produzido durante a fermentação é liberado através de uma mangueira que é mergulhada em uma garrafa com água.



Figura 4 – Bombona plástica com capacidade para 200 litros utilizada na confecção de biofertilizante. Foto: SEAPAC, 2008.

A fermentação durará aproximadamente 30 dias. Depois o material é coado, filtrado e aplicado em cobertura na plantação, podendo ser utilizado de várias maneiras, sendo o mais utilizado aplicações em pulverizações foliares. O biofertilizante deverá ser diluído em água, em várias concentrações, para diferentes usos e aplicações (SOUZA e REZENDE, 2006).

Na Tabela 05 pode-se observar o resultado das análises químicas, onde se pode observar a presença de vários elementos contidos em biofertilizantes após 30, 60, 90 e 120 dias de fermentação.

Tabela 5 – Análise de biofertilizante após 4 períodos de fermentação anaeróbica segundo Santos (1992) citado por Souza e Rezende (2006).

Elementos (ppm)	Dias de fermentação			
	30	60	90	120
CaCO ₃	3.260,00	2.600,00	2.460,00	2.372,00
SiO ₂	83,1	168,00	143,00	177,00
Fe	44,7	11,30	9,70	11,00
Na	166,00	250,00	276,00	257,00
K	970,00	487,00	532,00	500,00
Mo (litro)	1,00	1,00	1,00	1,00
B (litro)	1,10	1,00	1,00	1,00
Zn	6,70	3,70	1,30	1,70
Cu	1,10	0,70	1,00	0,20
Mn	16,60	4,70	3,80	4,60
Mg	312,00	305,00	281,00	312,00
pH	7,80	7,40	7,60	7,70

2.4.3. Aspectos edafoclimáticos relacionados à produção de arroz

A utilização elevada e inadequada de adubos e defensivos químicos, e de alta umidade na irrigação sem controle da lâmina de água aplicada aos solos, podem ocasionar problemas como perfilhamento e queda da produtividade, salinização de solos, perda da diversidade genética das sementes, além dos aumentos sucessivos dos custos de produção, são também apontados por muitos produtores como fatores que vem limitando o cultivo dessa importante cultura, que poderia estar proporcionando um maior rendimento e rentabilidade à produção familiar local.

Escassez de terras devido o aumento da população mundial e o baixo preço relativo do fertilizante sintético como uréia (rico em nitrogênio) são fatores que têm reduzido, por exemplo, o uso da adubação verde, favorecendo por conseguinte, o uso da adubação nitrogenada (BECKER, LADHA e ALI, 1995). Para esses autores muitas leguminosas têm sido usadas no cultivo do arroz que tem demonstrado um alto teor de nitrogênio podendo chegar a até 100 kg.ha⁻¹ em 45 a 60 dias. Essas quantias de nitrogênio acumuladas pelas plantas leguminosas poderão ser totalmente utilizadas pelo arroz sem ser necessário utilização de adubo químico. Para esses autores também é muito importante avaliar o papel dessas leguminosas na fixação e disponibilização de nitrogênio em sistemas agrícolas.

O manejo da adubação nitrogenada influi na intensidade dos efeitos da deficiência hídrica na cultura do arroz. A aplicação de doses relativamente altas de nitrogênio na semeadura proporciona aumento no crescimento vegetativo e no índice de área foliar, ocasionando aumento no consumo de água o que pode acentuar os efeitos da deficiência na fase reprodutiva da cultura (STONE e SILVA, 1998). Inamura et al. (2008) avaliando a adubação nitrogenada em áreas rurais chinesas, concluíram que para melhorar o rendimento de arroz e evitar a deterioração do solo, é preciso à adoção de programas e administração e uso racional do solo, que incluem incorporação de restos ou resíduos vegetais, plantio sustentável consciente para manutenção da temperatura e camada arável do solo, aplicação correta do fertilizante para efetiva absorção de nitrogênio.

Segundo Xavier et al. (2006) atualmente vem aumentando o interesse em se estudar os efeitos de várias opções de manejo do solo com práticas conservacionistas que priorizem, sobretudo, a incorporação de matéria orgânica (SILVA et al., 2007), sendo necessária à avaliação de indicadores mais sensíveis às práticas de manejo do solo objetivando o monitoramento dos impactos positivos ou negativos de tais práticas sobre o mesmo.

Cuidados especiais no preparo do solo devem ser observados pois a remoção de 30 cm de superfície do solo pode reduzir em até 50 % os nutrientes (MARCHEZAN et al., 2001).

Em solos alagados ocorre o desenvolvimento de microorganismos anaeróbicos, aumento do pH e da disponibilidade de fósforo e ferro, bem como a perda de nitrogênio por desnitrificação (POCOJESKI, 2007).

Para Amaral, Gonçalves e Gardelino (1992) o sódio pode ocasionar decréscimo na produção do arroz, podendo chegar a aproximadamente 12% quando o teor passou de 56 ppm para 318 ppm. Dentro desses valores avaliados um aumento de 50 ppm de sódio no solo, pode implicar em um decréscimo na produção de arroz de aproximadamente 2,34%.

Segundo Fageria et al. (1995) para a produção de uma tonelada de grãos de arroz de sequeiro são necessários 47 kg de nitrogênio, 7,5 kg de fósforo, 34 kg de potássio, 5,5 kg de cálcio, 4,5 kg de magnésio, 96 g de zinco, 23 g de cobre, 377 g de manganês e 1.043 g de ferro; já para a produção de uma tonelada de grãos de arroz irrigado, são necessários 20 kg de nitrogênio, 4,5 kg de fósforo, 34 kg de potássio, 5,3 kg de cálcio, 3,2 kg de magnésio, 113 g de zinco, 32 g de cobre, 718 g de manganês e 788 g de ferro. Ainda para esses autores a acumulação de nutrientes pela cultura segue a seguinte ordem: $N > K > P > Ca > Mg > Fe > Mn > Zn > Cu$ para cultivos de arroz de sequeiro; para arroz irrigado $K > N > P > Ca > Mg > Fe > Mn > Zn > Cu$.

Com relação ao clima os principais fatores que estão relacionados à produção são a temperatura, radiação solar, fotoperíodo e a precipitação pluviométrica (GUIMARÃES, FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2002). A Tabela 6, contém os valores ideais para o cultivo do arroz, com relação à temperatura.

Tabela 6 - Dados de temperatura baixa, alta e ótima para a produção de arroz (GUIMARÃES, FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2002).

Estágios de desenvolvimento	Temperatura Crítica (° C)*		
	Baixa	Alta	Ótima
Germinação	10	45	20-35
Emergência	12-13	35	25-30
Estabelecimento da plântula	12-13	35	25-30
Desenvolvimento da raiz	16	35	25-28
Alongamento da folha	7-12	45	31
Perfilhamento	9-16	33	25-31
Iniciação do primórdio floral	15	35	25-30
Emergência da panícula	15-20	38	25-28
Antese	22	35	30-33
Maturação	12-18	30	20-25

* Refere-se à temperatura média diária

Com relação a radiação solar segundo Yoshida (1981) citado por Guimarães, Fageria e Barbosa Filho (2002) a radiação solar exerce maior influência quando se deseja produtividades de arroz superiores a 5000 kg.ha⁻¹. Produtividades em torno de 5000 kg.ha⁻¹ podem ser alcançadas com níveis de radiação solar próximos de 300 cal/cm²/dia durante a fase reprodutiva da cultura. O melhor aproveitamento da radiação solar se observa em plantas com folhas eretas do que em plantas com folhas decumbentes.

Com relação ao fotoperíodo o arroz é considerado planta de dias curtos. A diferenciação floral pode ser retardada ou nem iniciar quando a planta é submetida a

longos fotoperíodos (GUIMARÃES, FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2002). O fotoperíodo ótimo para a maioria das culturas situa-se entre 9 e 10 horas de luz diária.

Com relação à precipitação pluviométrica, segundo Guimarães, Fageria e Barbosa Filho (2002) a deficiência hídrica é pouco importante durante a fase vegetativa do arroz, porém tem efeito severo na fase reprodutiva e menos de 5% da água absorvida é usada na fotossíntese o restante, contudo, perde-se no processo de transpiração da planta. Com relação à necessidade de água recomenda-se, a partir de perfilhamento máximo, manter um nível médio de água em torno de 10 a 15 cm, mantendo-se este nível até o grão passar do estado leitoso para o pastoso (RAMOS, 1985).

2.5. MATERIAL E MÉTODOS

2.5.1. Caracterização local

O município de Apodi dista 343 km de Natal e 76 km de Mossoró. Possui uma população de 36.053 habitantes em uma área de 1.603 km² (PACHECO e BAUMANN, 2006).

O clima local é segundo Carmo Filho e Oliveira (1989) do tipo BSw^h, ou seja, muito quente, com estação chuvosa de verão atrasando para outono, com temperatura média anual e do mês mais frio superior a 18° Celsius. A precipitação média anual é em torno de 500 a 600 milímetros.

A comunidade de Reforma é formada por 23 famílias, localiza-se na região do vale do Apodi, região rica em água superficial e subsuperficial, principalmente após a perenização do rio Apodi-Mossoró a partir da barragem de Santa Cruz.

O solo é um Neossolo Flúvico com algumas manchas de Neossolo Quartzarênico nos locais de afloramento do arenito onde há vários poços amazonas e tubulares que são utilizados para abastecimento de água para consumo humano, animal e produção agrícola.

A comunidade está a 20 km de Apodi e organizada em uma associação comunitária de pequenos produtores que tem recibo assessoria técnica permanente do SEAPAC através do Projeto Dom Hélder Câmara (Figura 5). A produção agropecuária tem se limitado basicamente a produção de arroz irrigado no período de julho a janeiro e de agricultura de sequeiro no período invernos do ano, cultivando-se principalmente milho, feijão e gergelim.



Figura 5 – Reunião da associação de Reforma. Foto: SEAPAC, 2008.

2.5.2. Amostragens e análises de solos, água, biofertilizante e do composto

Para a caracterização química e física do solo, foram coletadas 05 amostras de solos da trincheira feita para caracterização de perfil (Figura 6).



Figura 6 – Trincheira aberta no local do experimento para determinações físicas e químicas do solo. Foto: SEAPAC, 2008.

Em laboratório o material de solo foi caracterizado química e fisicamente de acordo com os padrões metodológicos usados no laboratório de análise de água e solos da UFERSA, de acordo com metodologia da (EMBRAPA, 1997). As determinações físicas compreenderam: umidade residual e fator “F”, análise granulométrica, disponibilidade de água do solo, densidade aparente e densidade real. As características químicas analisadas foram: cálcio, magnésio, potássio, sódio, alumínio, hidrogênio, matéria orgânica, fósforo assimilável, pH em água e micronutrientes. Foi feita também análise de água do poço amazonas utilizado na irrigação do arroz. As análises de macro e micronutrientes no composto e biofertilizante também foram realizadas no laboratório de análise de água e solos da UFERSA.

2.5.3. Instalação do experimento

O experimento foi instalado e conduzido na comunidade rural de Reforma em Apodi - Coordenadas Geográficas: 5° 40' S e 37° 44' W. As parcelas experimentais foram de 3,0 m de comprimento por 1,50 m de largura, com cinco linhas espaçadas de 0,30 m (Figura 7), e considerada como área útil a fileira central (PEREIRA et al., 2009).



Figura 7 – Instalação do experimento. Foto: SEAPAC, 2008.

2.5.3.1. Preparo do solo

No preparo do solo foi realizada uma aração, bulação e confecção dos baldes. Bulação é a operação de nivelamento do solo, realizada à tração animal após a aração. O boi ou um cavalo puxa uma carnaúba sobre o solo fazendo o nivelamento (Figura 8). O plantio foi realizado nos dias 23 e 24 de outubro de 2008, utilizando-se 100 sementes por linha.



Figura 8 – Bulação. Operação que facilita o plantio à lanço. Foto: Cedida.

Ao redor de cada balde foi plantado sorgo como quebra vento, para proteção tanto relacionada ao ataque de pragas como também para favorecer a irrigação.

2.5.3.2. Obtenção do composto orgânico

Para a formação das pilhas de composto com aproximadamente quatro metros cúbicos foram utilizados: 30 kg de cinzas provenientes da queima de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart); 840 kg de esterco ovino; 155 kg de palha de carnaúba (*Copernicia prunifera*); 188 kg de palha de arroz e 168 kg de folhas secas provenientes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), jucá (*Piptadenia macrocarpa*), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart).

O composto foi montado em baixo de um juazeiro, em um local próximo ao experimento, a fonte de água e protegido de animais.

A primeira camada com aproximadamente 20 cm foi constituída de palha de arroz; a segunda camada foi de palha de carnaúba e mediu aproximadamente 10 cm; a

terceira camada foi constituída de folhas secas, também com aproximadamente 10 cm de altura; em seguida foi confeccionada a última camada com esterco e cinzas, medindo aproximadamente 10 cm (Figura 9). Em seguida o composto foi umedecido e parte para elaboração da segunda camada, seguindo os mesmos passos de elaboração da primeira, de modo que ao final a pilha de composto ficou com aproximadamente 1,0 m de altura.



Figura 9 – Confeção da primeira camada do composto orgânico do experimento. Foto: SEAPAC, 2008.

Semanalmente a pilha de composto era revirada, umedecida uniformemente e coberta (Figura 10), de modo que do início até o final da compostagem, o composto foi revirado onze vezes. Todo o processo durou 75 dias. Ao final da compostagem cada amostra foi pesada, colocada em saco plástico e distribuída em cada parcela experimental, conforme cada dosagem avaliada (Figura 11).



Figura 10 – Pilhas de composto do experimento. Foto: SEAPAC, 2008.



Figura 11 – Pesagem dos tratamentos (composto orgânico). Foto: SEAPAC, 2008.

Na Tabela 7, pode-se observar a quantidade de composto que foi necessária ao experimento, nas três dosagens avaliadas.

Tabela 7 – Quantidade de composto utilizada no experimento.

Discriminação	Quantidade (und)	Total (kg)
- Sacos com 900 gramas do composto orgânico (dosagem 10 ton.ha ⁻¹)	80	72
- Sacos com 1800 gramas do composto orgânico (dosagem 20 ton.ha ⁻¹)	80	144
- Sacos com 2700 gramas do composto orgânico (dosagem 30 ton.ha ⁻¹)	80	216
TOTAL	240	432

2.5.3.3. Obtenção do biofertilizante

Para obtenção do biofertilizante foram misturados em um tambor plástico com capacidade de 200 litros de água aproximadamente 90 litros de esterco em 90 litros de água.

O esterco fresco utilizado foi o de vacas leiteiras, que inicialmente foi peneirado, colocado em um balde e levado até o tambor (Figura 12). Foi deixado um espaço vazio, aproximado de 20 cm para poder facilitar a saída do ar (mistura deverá ser processada anaerobicamente), onde foi colocada uma mangueira que foi ligada até uma garrafa com nível de água aproximadamente igual ao do tambor (Figura 13).



Figura 12 – Confeção do biofertilizante. Foto: SEAPAC, 2008.



Figura 13 – Bombona plástica onde foi produzido o biofertilizante. A mangueira é para saída do gás metano produzido na fermentação anaeróbica. Foto: SEAPAC, 2008.

Todas as segundas-feiras, durante 12 semanas, 1 litro do biofertilizante foi misturado em 09 litros de água, perfazendo um volume de 10 litros que foram homogeneizados em um pulverizador costal com capacidade para 10 litros, e foram aplicados nas unidades experimentais devidamente identificadas com uma fita verde no piquete.

2.5.4. Tratamentos

Foram avaliados os tratamentos culturais aplicados convencionalmente na cultura de arroz, com os recomendados pela literatura em agroecologia, basicamente com relação à adubação e controle de pragas, utilizando-se a compostagem com quatro níveis de aplicação de composto orgânico (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹), com e sem aplicação de biofertilizante testando-se na produção de duas cultivares: Cultivar 1 (arroz vermelho local) e cultivar 2 (arroz vermelho cultivado em Santana dos Garrotes – Vale do Piancó/PB).

2.5.5. Características avaliadas

Foram avaliadas as características que tornam a cultura do arroz viável para o produtor produção e produtividade de grãos, altura da planta (em 10 plantas), matéria fresca e matéria seca (BALBINOT JÚNIOR et al., 2003), peso médio de 100 grãos (0,30 m²), número de panículas e número de grãos/panícula (SANTOS, FAGERIA e SANTOS, 1999).

2.5.6. Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjos em esquema fatorial 2 X 4 X 2. Foram avaliadas duas cultivares (Cultivar 1 - Local e Cultivar 2 - Santana dos Garrotes), em quatro níveis de aplicação de composto orgânico (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹) e de aplicação de biofertilizante (sem e com biofertilizante). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Programa Estatístico ASSISTAT Versão 7.5.

2.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.6.1. Caracterização do perfil do solo

Para caracterização do perfil de solo foi aberta uma trincheira, dentro da área experimental, onde foram recolhidas amostras de solo para análises em laboratório. Na Tabela 8 pode-se observar a descrição do perfil.

- Número do Perfil: 01;
- Localização: UTM: 0640020 / 9373007 (Comunidade rural de Reforma – Apodi/RN);
- Situação: área do experimento de Tese de Edimar T. D. Filho;
- Relevo: Plano;
- Altitude: 100 metros;
- Litologia: Vale do Apodi, transição Chapada/Granito, manchas de solo no afloramento de arenito;
- Classificação: Neossolo Flúvico Sódico;
- Erosão: Não aparente;
- Vegetação original: Mofumbo, carnauba, juazeiro, jucá e pereiro;
- Uso atual: Plantação de arroz vermelho irrigado;
- Descrito por Professor Francisco Nildo da Silva e Edimar T. D. Filho em 25 de setembro de 2008.

Tabela 8 – Descrição do perfil de solo da unidade experimental. Apodi/RN, 2008.

Cam.	PROF. (cm)	COR	TEXTURA	ESTRUTURA	CEROSIDADE	CONSISTÊNCIA	TRANSIÇÃO	OBS.
C1	0-23	5YR 3/1	Argilo Arenosa	Blocos angulares	Sem cerosidade	Ligeiramente duro	Abrupta	Presença de muitas raízes finas
C2	23-33	5YR 3/1	Argilo arenosa	Blocos angulares	Sem cerosidade	Duro	Abrupta	Presença poucas raízes
C3	33-44	5YR 4/1	Argilo arenosa	Granular	Sem cerosidade	Ligeiramente duro	Abrupta	Presença poucas raízes começa a ter estrutura
C4	44-71	7,5YR 3/2	Argilosa	Blocos subangulares	Sem cerosidade	Duro	Abrupta	Presença raízes finas e médias
C5	71- 120+	2,5Y 6/4	Arenosa	Sem estrutura	Sem cerosidade	Solto	Abrupta	Presença raízes e muito arenoso

2.6.2. Caracterização física e química do solo local

Os resultados das análises físicas e químicas do solo da unidade experimental encontram-se nas Tabelas 9, 10 e 11.

Tabela 9 – Resultados das análises físicas do solo da unidade experimental. Apodi-RN, 2009.

Identificação	Frações granulométricas (kg.kg ⁻¹)					Umidade (kg.kg ⁻¹)		Densidade (kg.dm ⁻³)		Porosidade Total (%)	Água disponível	
	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila	0,01 Mpa	1,5 Mpa	Aparente	Real		(mm)	(mm/m)
C1 (0-23cm)	0,47	0,21	0,68	0,17	0,16	0,17	0,07	1,08	2,60	58,37	21,22	106,08
C2 (23-33cm)	0,35	0,31	0,66	0,16	0,18	0,23	0,08	1,06	2,67	60,14	32,09	160,47
C3 (33-44cm)	0,38	0,38	0,76	0,10	0,13	0,15	0,06	0,98	2,63	62,58	17,59	87,96
C4 (44-71cm)	0,14	0,12	0,26	0,41	0,32	0,30	0,17	1,02	2,74	62,62	27,37	136,83
C5 (71-120cm)	0,54	0,30	0,83	0,08	0,09	0,11	0,04	0,90	2,67	66,21	12,66	63,29

Tabela 10 – Resultados das análises químicas do solo da unidade experimental. Apodi-RN, 2009.

Identificação	P rem. * mg.L ⁻¹	pH (água)	CE dS.m ⁻¹	Mat. org. %	P -----mg.dm ⁻³ -----	K	Na	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	t	CTC	V ----- % -----	m	PST
C1 (0-23cm)	-	7,10	-	1,66	38,2	151,0	154,6	9,00	2,20	0,00	1,65	12,26	12,26	13,91	88	0	5
C2 (23-33cm)	-	7,40	-	0,62	10,2	92,7	77,6	8,90	3,20	0,00	0,99	12,67	12,67	13,66	93	0	2
C3 (33-44cm)	-	7,20	-	0,31	21,8	75,4	55,7	6,30	1,70	0,00	0,99	8,43	8,43	9,42	89	0	3
C4 (44 -71cm)	-	7,70	-	1,01	10,9	124,2	218,6	18,10	1,90	0,00	1,49	21,27	21,27	22,75	93	0	4
C5 (71-120) cm	-	7,70	-	0,12	19,7	48,6	46,5	3,60	1,40	0,00	0,83	5,33	5,33	6,15	87	0	3

* P rem. = Fósforo remanescente. O pH em água é determinado na relação solo:água de 1:2,5. CE = Condutividade elétrica do extrato solo:água, na relação 1:2,5. Os elementos P, Na⁺ e K⁺ são extraídos com o extrator Mehlich-1 na relação solo:extrator de 1:10. O elementos Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ são extraídos com KCl 1 mol.L⁻¹ na relação solo:extrator de 1:10. (H+Al) = acidez potencial extraída com acetato de cálcio 0,5 mol.L⁻¹ na relação solo: extator de 1:15. SB = Soma de bases. t = CTC efetiva. CTC = CTC do solo ou CTC a pH 7,0. V = Saturação por bases. m = Saturação por alumínio. PST = Percentagem de sódio trocável.

Tabela 11 – Resultado das análises de micronutrientes do perfil de solo da unidade experimental. Apodi-RN.

Identificação	Cobre (mg.kg ⁻¹)	Zinco (mg.kg ⁻¹)	Ferro (mg.kg ⁻¹)	Manganês (mg.kg ⁻¹)
C1 (0-23cm)	19,20	17,70	169,00	1090
C2 (23-33cm)	17,50	4,30	67,00	1140
C3 (33-44cm)	17,80	12,10	138,00	1090
C4 (44-71cm)	20,70	13,60	26,00	1140
C5 (71-120 cm)	16,70	5,50	51,00	144

Os solos do Vale do Apodi e especificamente da comunidade rural de Reforma, são caracterizados como Neossolos Flúvicos, na transição região da Chapada do Apodi para a Região do Granito, com presença em alguns pontos e locais de afloramento do Arenito Açú. O Neossolo corresponde ao primeiro nível categórico na classificação do solo de modo que para classificar o solo local até o terceiro nível categórico (grande grupo) foi necessário descrever todo o perfil quanto aos aspectos morfológicos e químicos (EMBRAPA, 2006).

Devido o solo apresentar uma Saturação de Bases (V) maior que 50 %, em todas as camadas (Tabela 10) somente por esta característica já se pode denominar este solo como Eutrófico (ou seja, quimicamente rico, fértil). Valores semelhantes em Neossolos Flúvicos foram encontrados por Diniz Filho et al. (2009), em solos da Região Médio Oeste do Rio Grande do Norte, onde se conseguiu valores de Saturação de Bases maiores que 90 % e valores de pH variando de 4,7 a 8,8. Contudo, por o mesmo apresentar um alto teor de sódio de até 218,6 mg.dm⁻³, na camada C4 (Tabela 10), segundo Oliveira (2008) pode-se eliminar a denominação Eutrófico, devido aos altos teores de sódio, não sendo considerado atributo diagnóstico nesses solos, ricos em sódio trocável ou com altos teores de sais (solos com caráter sálico). Devido à

característica de alto teor de sódio pode-se classificar o solo local como NEOSSOLO FLÚVICO sódico (RYn).

De maneira geral, os teores dos macronutrientes: magnésio, fósforo e potássio situaram na classificação de médio a bom e o teor de cálcio do solo, nos horizontes estudados, pode ser considerado como muito bom. O pH por sua vez, acima de 7,0 em todas as camadas (Tabela 10) é muito alto.

Os solos sódicos, bem como os salinos, predominam na região Semiárida nordestina (OLIVEIRA, 2008). Cuidados especiais devem ser adotados na hora de manusear esses solos para evitar a salinização. Principalmente em arroz, que é uma cultura que requer muita água e mais cuidados ainda, na irrigação por inundação. Segundo Amaral, Gonçalves e Gardelino (1992): o sódio pode ocasionar decréscimo na produção do arroz, podendo chegar a aproximadamente 12% quando o teor passou de 56 ppm para 318 ppm. Nesse caso teor de até 218,6 mg.dm⁻³ foi encontrado na camada C4 (Tabela 10). É nessa camada onde está acontecendo maior acúmulo de sódio devido ao alto teor de argila e a atividade da fração argila é um dos atributos diagnósticos do solo de maior importância devido à estreita relação com retenção de nutrientes e de água (OLIVEIRA, 2008). Portanto cuidados especiais deverão ser adotados no uso agrícola do solo. Uma remoção de 30 cm de superfície do solo pode reduzir em até 50 % os nutrientes Marchezan et al. (2001).

Esses solos apresentam seqüência de camadas C sobre o material de origem. Devido ao cultivo de arroz, e na preparação do solo, utilizando máquinas pesadas como grades e arados, há locais de remoção de toda a camada "A". Na profundidade de 120 cm (camada C5), foi encontrada predominância de areia, indicando que essa área fez parte de leito de um rio, e nesse caso, Rio Umari. As camadas vão sendo formadas com as cheias que vão acontecendo no rio, como se pode observar na Tabela 9, a textura da camada C1 até C3 é argilo arenosa, em seguida no horizonte C4 passa para argilosa e no horizonte C5 o solo adquire uma textura arenosa, que são características desses solos. Na camada C4 forma-se uma camada impermeável, dura

de solo, com densidade real de 2,74. Solo poroso, com porosidade total superior a 50 % em todas as camadas (Tabela 9).

A forma atual de irrigação do arroz (inundação) está fazendo com que os sais sejam diluídos, evitando assim maiores problemas de toxidez por sódio, como também neste trabalho, a utilização de compostagem orgânica, que tem grande poder tampão do solo, ocasiona melhorias consideráveis nas características físicas e químicas do solo, como as melhorias encontradas por Diniz Filho et al. (2007), reduzindo, por conseguinte, os riscos de toxidez por sódio no solo.

Ainda segundo Oliveira (2008) os solos de caráter Flúvico apresentam altos teores de minerais primários facilmente intemperizáveis, favorecendo ao teor de nutrientes no solo, especialmente com relação ao potássio (K), concordando com os resultados obtidos no trabalho com teores de potássio de até 151 mg.dm³, bem como dos demais elementos (Tabelas 10 e 11).

2.6.3. Resultados das análises de laboratório do composto, biofertilizante e da água do poço Amazonas utilizada na irrigação

Pode-se observar na Tabela 12 os resultados das análises químicas do composto e biofertilizante estudados, e na Tabela 13 o resultado da análise de água que foi utilizada na irrigação do arroz.

Tabela 12 – Resultado das análises químicas do composto e biofertilizante utilizados no experimento. Apodi-RN, 2009.

Identificação	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- g.kg ⁻¹ -----						----- mg.kg ⁻¹ -----				
Composto orgânico	35,88	34,85	337,22	10,74	2,57	-	29,32	0	51,50	99,70	1,09
Biofertilizante	-	33,25	469,32	2,28	1,27	-	0,192	0	0,108	0,0037	0,96

Tabela 13 – Resultado da análise de água do poço amazonas utilizado na irrigação do arroz vermelho agroecológico. Apodi-RN, 2009.

Identificação	pH	CE	K	Na	Ca	Mg	Cl	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	N	P	RAS	Dureza	Cátions	Ânions
	água	dS.m ⁻¹	----- mmol.L ⁻¹ -----						----- mg.L ⁻¹ -----		mg.L ⁻¹	----- mmol.L ⁻¹ -----			
Amostra 01	7,10	1,75	0,09	11,40	4,30	1,80	9,00	0,00	4,00	-	-	6,5	305	17,6	13,0

Tomando-se como base os trabalhos de Malavolta (2006) para a produção de 3 toneladas de grãos de arroz seriam necessários, com base nos resultados da Tabela 12:

a) do composto orgânico: 1615 kg (nitrogênio); 279 kg (fósforo); 3035 kg (potássio); 5,37 kg (cálcio); 2,57 kg (magnésio); 41,34 mg (ferro); 2,67 mg (cobre); 2.991 mg (zinco) e 6,54 mg (boro);

b) de biofertilizante: 266 kg (fósforo); 4224 kg (potássio); 1,14 kg (cálcio); 127 g (magnésio); 27,07 mg (ferro); 5,62 mg (manganês); 0,11 mg (zinco) e 5,76 mg (boro).

Segundo Fageria et al. (1995) no caso do arroz irrigado, as exigências em nutrientes segue a seqüência: K>N>Ca>P>Mg>Fe>Mn>Zn, que se assemelhou ao conteúdo em nutrientes encontrado no composto: K>N>P>Ca>Mg>Zn>Mn>Fe>B (Tabela 12).

Com relação à quantidade fornecida ao solo pela água de irrigação (Tabela 13) somente pela água de irrigação se aplica no solo, durante um ciclo de produção de arroz o equivalente a: cálcio = 155 kg.ha⁻¹; magnésio = 39 kg.ha⁻¹; potássio = 6 kg.ha⁻¹; sódio = 266 kg.ha⁻¹ e cloro = 567 kg.ha⁻¹. Segundo Malavolta (2006) para produzir 3 toneladas de grãos de arroz seriam necessários de cálcio = 0,5 kg, magnésio = 0,1 kg, potássio = 9 kg e cloro = 0,4 g. De acordo com os resultados das análises de solos, água, biofertilizante e composto, há as quantidades de macro e micronutrientes necessárias ao desenvolvimento da cultura, foram suficientes para se obter pelo menos 3.000 kg de grãos de arroz.

2.6.4. Aspectos relacionados à produção de arroz vermelho

2.6.4.1. Altura da planta

No apêndice 1A, pode-se observar a análise de variância e na Figura 14 os gráficos para cultivares avaliadas (cultivar local e cultivar de Santana dos Garrotes) e a equação de regressão ajustada, para a característica altura da planta.

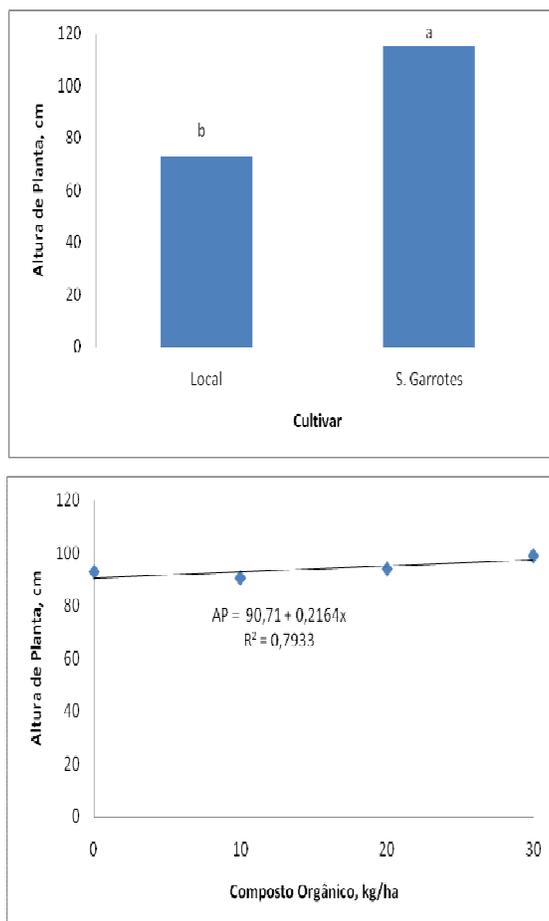


Figura 14 – Gráficos para cultivares e regressão ajustada para a característica altura da planta. Apodi-RN, 2009.

Pode-se observar que houve efeito significativo, a 1% de probabilidade, para o efeito cultivares. A cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a cultivar local, com relação a altura da planta. Enquanto a cultivar local obteve uma altura média de aproximadamente 73 cm, a cultivar de Santana dos Garrotes apresentou uma altura média de aproximadamente 113 cm.

Para altura da planta foi ajustada uma equação linear: $y = 90,71 + 0,2164 x$, com um $R^2 = 0,7933$, sendo obtidos os valores de 92,67 cm para o tratamento sem aplicação de composto orgânico, 91,00 cm para o tratamento 10 ton.ha⁻¹, 93,81 cm e 98,80 cm, para o tratamento dosagem de composto orgânico (20 e 30 ton.ha⁻¹), respectivamente.

Os Quadros de 1 a 3, abaixo, contem o resultado da interação para a característica altura da planta.

Quadro 1 - Interação Cultivar x Biofertilizante.

Cultivar	Biofertilizante	
	Sem Biofertilizante	Com Biofertilizante
Local	72,47 bA	73,18 bA
Santana dos Garrotes	114,37 aA	115,81 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey, dms 5,16 para linha e coluna.

Quadro 2 - Interação Cultivares x Composto.

Cultivares	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Local	73,00 bA	70,73 bA	72,93 bA	74,65 bA
Santana dos Garrotes	112,35 aB	110,36 aB	114,70 aAB	122,95 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 7,29 para coluna e 9,66 para linha.

Quadro 3 - Interação Biofertilizante x Composto.

Biofertilizante	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Sem Biofertilizante	93,90 aA	90,94 aA	92,86 aA	95,98 aA
Com Biofertilizante	91,45 aB	90,15 aB	94,77 aAB	101,63 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 7,29 para coluna e 9,66 para linha

Pode-se observar no Quadro 1, que não houve efeito significativo com relação a aplicação de biofertilizante para a característica altura da planta. Porém a cultivar Santana dos Garrotes foi superior a cultivar local para esta característica.

Para a interação (cultivares x composto), Quadro 2, não houve efeito significativo da aplicação de doses de composto para a cultivar local. Houve efeito significativo de doses de composto para a cultivar de Santana dos Garrotes, sendo que a maior dose de composto (30 ton.ha⁻¹), foi a responsável por uma maior altura de planta (122,95 cm), não diferindo estatisticamente da dose de 20 ton.ha⁻¹ (Quadro 2), para a característica altura de plantas de arroz vermelho.

Com relação a interação (biofertilizante x composto), Quadro 3, não houve diferença estatística significativa, para a altura da planta, entre as dosagens de composto e aplicação ou não de biofertilizante, porém maiores alturas de plantas foram encontradas nas maiores dosagens de composto orgânico, ou seja, de 20 ton/ha (uma altura de planta de 94,77 cm) e 30 ton.ha⁻¹ (uma altura de planta de 101,63 cm), embora não havendo diferença estatística significativa, entre esses dois níveis de aplicação de composto (Quadro 3), ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

2.6.4.2. Peso médio de 100 grãos

No Apêndice 2A pode-se observar a análise de variância e na Figura 15 os gráficos para as cultivares avaliadas (cultivar local e cultivar de Santana dos Garrotes) e a equação de regressão ajustada, para a característica peso médio de 100 grãos.

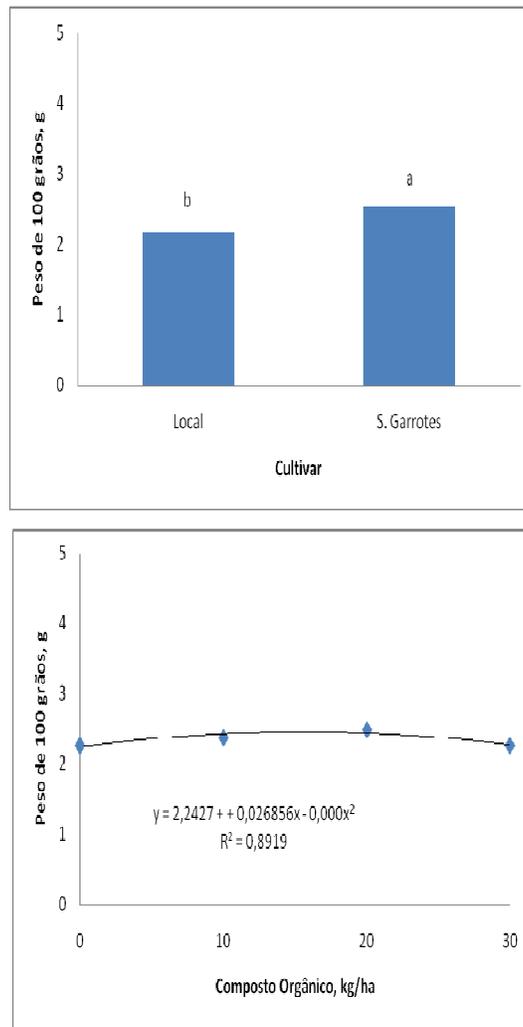


Figura 15 – Gráficos para cultivares e regressão ajustada para a característica peso médio de 100 grãos. Apodi-RN, 2009.

Houve efeito significativo, a 1% de probabilidade, apenas para cultivar. A cultivar 2 (Santana dos Garrotes) apresentou peso médio de 100 grãos superior (2,50 gramas) a cultivar local (2,15 gramas). Para esta característica houve um comportamento de um ponto máximo de peso médio de 100 grãos na dosagem de 20 toneladas por hectares (Figura 15), ajustando-se a equação $y = 2,2427 + 0,02856 x - 0,000 x^2$, com um $R^2 = 0,8919$.

Foram obtidos os valores médios de peso de 100 grãos, no tratamento sem aplicação de composto de 2,26 gramas, 2,39 gramas para a dosagem de 10 ton.ha⁻¹, 2,48 gramas para a dosagem de 20 ton.ha⁻¹ e 2,26 gramas para a dosagem de 30 ton.ha⁻¹ de composto orgânico.

Os Quadros de 4 a 6 contêm os resultados das interações para a característica peso médio de 100 grãos.

Quadro 4 - Interação Cultivar x Biofertilizante.

Cultivar	Biofertilizante	
	Sem Biofertilizante	Com Biofertilizante
Local	2,23 bA	2,10 bA
Santana dos Garrotes	2,50 aA	2,56 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey, dms 0,16 para linha e coluna.

Quadro 5 - Interação Cultivares x Composto.

Cultivares	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Local	2,03 bA	2,23 bA	2,25 bA	2,15 aA
Santana dos Garrotes	2,49 aAB	2,55 aAB	2,70 aA	2,38 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 0,23 para coluna e 0,31 para linha.

Quadro 6 - Interação Biofertilizante x Composto.

Biofertilizante	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Sem Biofertilizante	2,23 aBC	2,46 aAB	2,75 aA	2,01 bC
Com Biofertilizante	2,29 aAB	2,31 aAB	2,20 bB	2,51 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 0,23 para coluna e 0,31 para linha.

Não houve efeito significativo da aplicação de biofertilizante no comportamento das cultivares (Quadro 4), sendo que a cultivar de Santana dos Garrotes foi estatisticamente superior a cultivar local, com relação ao peso médio de 100 grãos, apresentando um peso médio de 100 grãos de 2,50 gramas enquanto a cultivar local apresentou um peso médio de 100 grãos de aproximadamente 2,15 gramas (Quadro 4). Não houve efeito significativo das doses de composto no peso médio de 100 grãos para a cultivar local (Quadro 5) enquanto que a cultivar de Santana dos Garrotes apresentou maior peso médio de 100 grãos na dosagem de 20 ton.ha⁻¹ de composto orgânico, decrescendo para um peso de 100 grãos de 2,38 gramas na dosagem de 30 ton.ha⁻¹, apresentando portanto, para esta característica, uma dosagem máxima de 20 toneladas de composto orgânico por hectares.

Para a interação entre os tratamentos biofertilizante e aplicação de doses de composto orgânico (Quadro 6), um maior peso médio de 100 grãos (2,75 gramas) foi observado na dosagem de 20 ton.ha⁻¹ de composto, não diferindo estatisticamente do peso médio de 100 grãos de 2,46 gramas obtido na dosagem de 10 ton.ha⁻¹ e na dosagem de 30 ton.ha⁻¹ no tratamento com aplicação de biofertilizante (Quadro 6); no tratamento com aplicação de biofertilizante observou-se um maior peso médio de 100 grãos na dosagem de composto de 30 ton.ha⁻¹ (2,51 gramas), apesar de ter sido estatisticamente igual ao nível de probabilidade de 5 %, pelo teste de Tukey aos pesos médio de 100 grãos obtidos nas dosagens de 0 e 10 ton.ha⁻¹ (Quadro 6).

2.6.4.3. Comprimento de panículas

No Apêndice 3A tem-se os resultados da análise de variância e na Figura 16 os gráficos para as cultivares avaliadas (cultivar local e de Santana dos Garrotes) e a equação de regressão ajustada, para a característica comprimento de panículas.

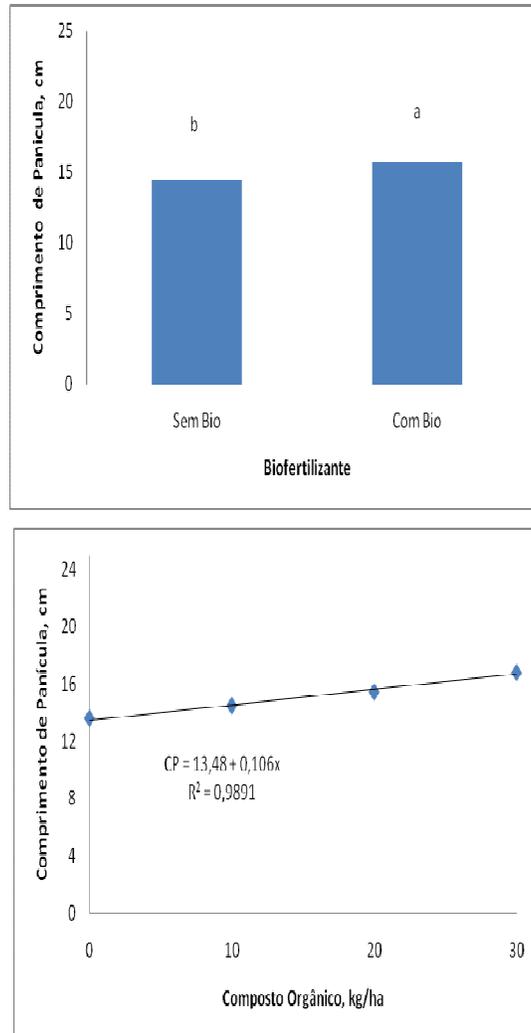


Figura 16 – Gráficos para cultivares e regressão ajustada para a característica comprimento de panículas. Apodi-RN, 2009.

Para a característica comprimento de panículas houve efeito significativo a 1 % de probabilidade apenas para o tratamento aplicação de biofertilizante. Com aplicação de biofertilizante o comprimento de panículas foi maior do que sem aplicação de biofertilizante (Figura 16). O comportamento para esta característica dos dados analisados foi linear, ajustando-se a equação $y = 13,48 + 0,106 x$, com um $R^2 = 0,9891$.

Houve um comprimento médio de panículas de 13 cm, no tratamento sem aplicação de composto orgânico, enquanto foram obtidos um comprimento de panícula médio de 14, 15 e 16 cm, para as doses de 10, 20 e 30 toneladas de composto.ha⁻¹, respectivamente.

Os Quadros 7, 8 e 9, abaixo contêm os resultados das interações para o comprimento de panículas.

Quadro 7 - Interação Cultivar x Biofertilizante.

Cultivar	Biofertilizante	
	Sem Biofertilizante	Com Biofertilizante
Local	13,64 bB	15,96 aA
Santana dos Garrotes	15,28 aA	15,48 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey, dms 0,9917 para linha e coluna.

Quadro 8 - Interação Cultivares x Composto.

Cultivares	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Local	12,73 bC	13,96 aBC	15,56 aAB	16,91 aA
Santana dos Garrotes	14,43 aB	15,04 aAB	15,31 aAB	16,72 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 1,4024 para coluna e 1,8568 para linha.

Quadro 9 - Interação Biofertilizante x Composto.

Biofertilizante	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Sem Biofertilizante	12,42 bB	14,24 aAB	15,54 aA	15,62 bA
Com Biofertilizante	14,74 aB	14,77 aB	15,34 aB	18,01 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 1,5598 para coluna e 2,0651 para linha.

Para a interação cultivar x biofertilizante a cultivar local apresentou comprimento médio de panículas maior (15,96 cm) com aplicação de biofertilizante do que sem aplicação de biofertilizante (13,64 cm). Já a cultivar de Santana dos Garrotes apresentou comprimento médio de panículas, estatisticamente iguais (Quadro 7), nos tratamentos sem aplicação de biofertilizante (15,28 cm) e com aplicação de biofertilizante (15,48 cm), ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na interação cultivares e composto (Quadro 8) a cultivar local apresentou comprimento médio de panículas de 16,91 cm maior na dosagem de composto orgânico de 30 ton.ha⁻¹, que foi estatisticamente igua a aplicação de composto na dosagem de 20 ton.ha⁻¹. Já a cultivar de Santana dos Garrotes não diferiu estatisticamente, no comprimento médio de panículas, nas dosagens de composto orgânico de 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹ (Quadro 8), mas foi superior em comprimento de panículas para o tratamento sem aplicação de composto orgânico (0 ton.ha⁻¹), que apresentou menor comprimento médio de panículas (14,43 cm).

No Quadro 9 pode-se observar a interação entre os tratamentos biofertilizante e composto. Um comprimento médio de panículas maior foi observado na dosagem de 30 ton.ha⁻¹ de composto orgânico (18,01 cm), no tratamento com aplicação de biofertilizante. Sem aplicação de biofertilizante foi obtido maior comprimento médio de panículas na dosagem de composto de 30 ton.ha⁻¹ (15,62 cm), apesar de ter sido

estatisticamente igual, aos comprimentos médios de panículas observados nas dosagens de 10 (14,24 cm) e 20 (15,54 cm) ton.ha⁻¹ de composto, respectivamente.

2.6.4.4. Número de grãos/panículas

No Apêndice 4A pode-se observar a análise de variância e nas Figuras 17 e 18 os gráficos para cultivares avaliadas (cultivar local e de Santana dos Garrotes) e a equação de regressão ajustada, para a característica número de grãos/panícula.

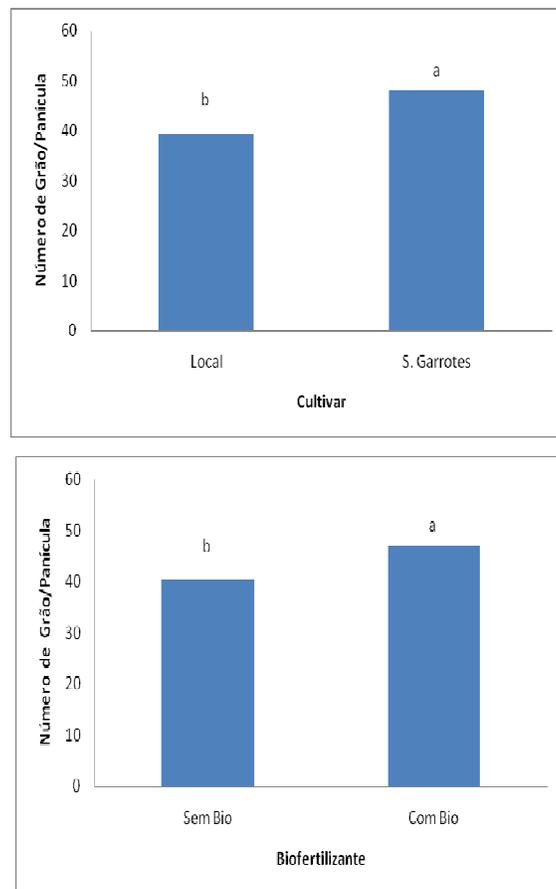


Figura 17 – Gráficos para cultivares e aplicação de biofertilizante para a característica número de grãos/panículas. Apodi -RN, 2009.

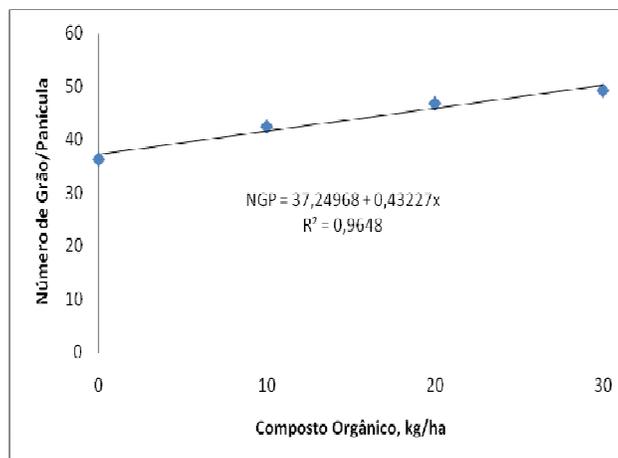


Figura 18 – Gráfico da análise de regressão para a característica número de grãos/panículas. Apodi-RN, 2009.

Houve efeito significativo para os tratamentos cultivares e aplicação de biofertilizante, ao nível de significância de 1 % de probabilidade. A cultivar de Santana dos Garrotes, sobressaiu a cultivar 1, local, para a característica número de grãos/panícula. A cultivar de Santana dos Garrotes, apresentou um número de grãos médios de aproximadamente 48 grãos/panícula, enquanto a cultivar, apresentou um número de grãos/panícula médio de 39 grãos (Quadro 10).

Para o tratamento aplicação de biofertilizante, pode-se observar na Figura 17 que houve efeito significativo da aplicação. Encontrou-se um valor médio, para o número de grãos/panícula de arroz vermelho, de aproximadamente 40 grãos onde não se aplicado biofertilizante, e de 47 grãos/panícula onde houve aplicação de biofertilizante.

O número de grãos/panícula seguiu um comportamento linear, ajustando-se uma equação de $y = 37,24968 + 0,43227 x$, com um $R^2 = 0,9648$ (Figura 18). Foram obtidos valores aproximados de 36 grãos/panícula para o tratamento sem aplicação de composto orgânico, 42 grãos/panícula para o tratamento $10 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ de composto orgânico, e valores médios aproximados de 46 e 50 grãos/panícula, para os tratamentos 20 e 30 toneladas por hectare de composto orgânico.

Nos Quadros 10, 11 e 12, abaixo, pode-se observar os resultados das interações, para a característica avaliada: número de grãos/panículas de arroz vermelho.

Quadro 10 - Interação Cultivar x Biofertilizante.

Cultivar	Biofertilizante	
	Sem Biofertilizante	Com Biofertilizante
Local	36,48 bB	42,42 bA
Santana dos Garrotes	44,48 aB	51,56 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey, dms de 3,43 para linha e coluna,

Quadro 11 - Interação Cultivares x Composto.

Cultivares	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Local	28,18 bC	38,16 bB	45,02 aA	46,44 bA
Santana dos Garrotes	44,50 aB	46,74 aAB	48,70 aAB	52,13 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 4,85 para coluna e 6,41 para linha.

Quadro 12 - Interação Biofertilizante x Composto.

Biofertilizante	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Sem Biofertilizante	33,99 aC	39,30 bBC	42,01 bAB	46,61 bA
Com Biofertilizante	38,70 aB	45,60 aA	51,71 aA	51,95 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 4,84 para coluna e 6,41 para linha.

Conforme se pode verificar no Quadro 11 a medida em que foi aumentada a dose de composto orgânico, houve aumento no número médio de grãos/panícula. Para

cultivar 1 (local) foi obtido um valor aproximado de 46 grãos/panícula na dosagem de 30 ton.ha⁻¹ de composto enquanto obteve-se um número aproximado de 28 grãos/panícula onde não se aplicou composto, sendo estatisticamente iguais, ao nível de 5% de probabilidade, os valores obtidos de grãos/panícula nas dosagens de 20 e 30 ton.ha⁻¹ de composto, para a cultivar 1 local (Quadro 11).

Para a cultivar 2 (Santana dos Garrotes) obteve-se um maior número de grãos/panícula de aproximadamente 52 grãos, para o tratamento 30 ton.ha⁻¹ de aplicação de composto, embora tenha sido estatisticamente igual aos valores de grãos médios/panícula de 47 e 48, encontrados nas dosagens de 10 e 20 ton.ha⁻¹ de composto, respectivamente (Quadro 11).

Para a interação (biofertilizante x composto), Quadro 12, onde não se aplicou composto nem biofertilizante, o valor do número de grãos médio/panícula foi menor de aproximadamente 34 grãos/panícula, enquanto na dosagem de 30 ton.ha⁻¹ de composto e com aplicação de biofertilizante obteve-se um número médio aproximado de 52 grãos/panícula, uma diferença a mais de 18 grãos, quando se aplicou dosagens de composto e biofertilizante (Quadro 12).

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas, ao nível de significância de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, nas dosagens de 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹ de composto com aplicação de biofertilizante e nas dosagens de 20 e 30 ton.ha⁻¹ de composto orgânico no tratamento sem aplicação de biofertilizante (Quadro 12).

2.6.4.5. Número de panículas

Os valores da análise de variância (ANAVA) para a característica número de panículas de arroz vermelho encontram-se no Apêndice 5A. Na Figura 19 pode-se observar os gráficos para cultivares avaliadas (cultivar local e de Santana dos Garrotes) e a equação de regressão ajustada, para a característica número de panículas.

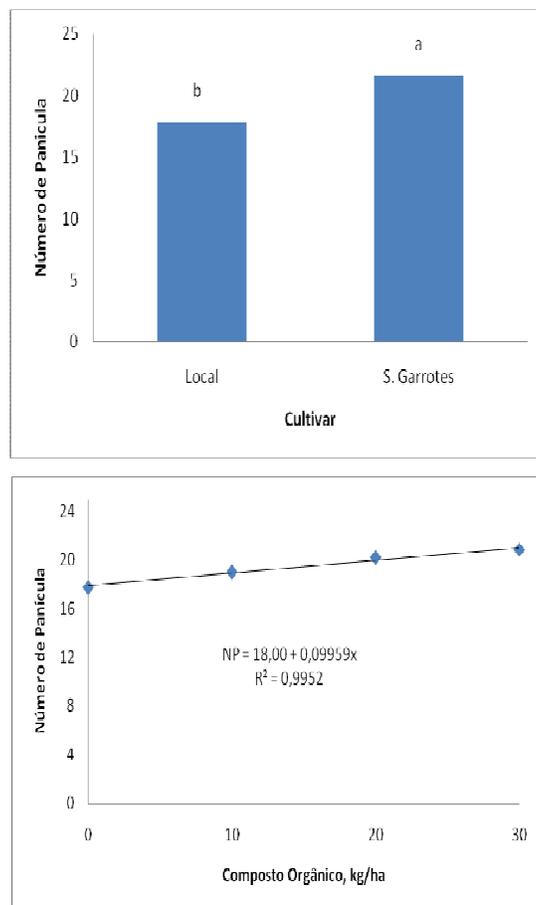


Figura 19 – Gráfico para comportamento de cultivares e análise de regressão para a característica número de panículas. Apodi-RN, 2009.

Como se pode observar na Figura 19, novamente a cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a cultivar local; enquanto se obteve um número médio de 21 panículas para esta cultivar, encontrou-se um número médio de 18 panículas para a cultivar local.

Para a característica número de panículas os dados seguiram um comportamento linear (Figura 19), ajustando-se a equação $y = 18,00 + 0,09959x$, com um $R^2 = 0,9952$, obtendo-se um valor médio de 18 panículas para o tratamento composto na dosagem de $0 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, 19 panículas para o tratamento composto na

dosagem 10 ton.ha⁻¹, 20 e 21 panículas nas dosagens de 20 e 30 ton.ha⁻¹ de composto orgânico, respectivamente.

Nos Quadros 13, 14 e 15, pode-se encontrar os valores para as interações: cultivar x biofertilizante (Quadro 13), cultivares x composto (Quadro 14) e biofertilizante x composto (Quadro 15).

Quadro 13 - Interação Cultivar x Biofertilizante.

Cultivar	Biofertilizante	
	Sem Biofertilizante	Com Biofertilizante
Local	17,38 bA	18,29 bA
Santana dos Garrotes	21,21 aA	21,13 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey, dms 1,1029 para linha e coluna.

Quadro 14 - Interação Cultivares x Composto.

Cultivares	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Local	15,62 bB	16,75 bB	18,84 bA	20,12 aA
Santana dos Garrotes	20,25 aA	21,29 aA	21,50 aA	21,62 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 1,5598 para coluna e 2,0651 para linha.

Quadro 15 - Interação Biofertilizante x Composto.

Cultivares	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Sem Biofertilizante	17,87 aB	19,29 aAB	19,75 aAB	20,25 aA
Com Biofertilizante	18,00 aC	18,75 aBC	20,58 aAB	21,50 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 1,5598 para coluna e 2,0651 para linha.

Pode-se observar no Quadro 13 que não houve efeito significativo, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, na aplicação de biofertilizante sobre o comportamento das cultivares estudadas. No entanto, obteve-se um número médio de 21 panículas para a cultivar de Santana dos Garrotes e de 18 panículas para a cultivar local.

Para a interação cultivares x composto (Quadro 14) a cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a cultivar local nas dosagens de composto avaliadas, exceto na dosagem de 30 ton.ha⁻¹. Um menor número de panículas de aproximadamente 16 foi encontrado para a cultivar local no tratamento sem aplicação de composto e um maior número de panículas foi encontrado de aproximadamente 22 panículas, para a cultivar de Santana dos Garrotes na dosagem de composto de 30 ton.ha⁻¹ (Quadro 14).

Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, para a cultivar de Santana dos Garrotes nos níveis de aplicação de composto orgânico avaliados, ou seja, de 0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹, enquanto que para a cultivar local foram obtidos números de panículas médios aproximados de 19 e 20 panículas, para as dosagens de composto orgânico de 20 e 30 ton.ha⁻¹, respectivamente, superiores aos números médios de panículas de aproximadamente 16 e 17, encontrados nas dosagens de 0 e 10 ton.ha⁻¹ de composto orgânico, respectivamente (Quadro 14).

No Quadro 15, pode-se observar os valores para a interação biofertilizante x composto. Não se obteve diferença significativa, ao nível de significância de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey, para os tratamentos sem e com aplicação de biofertilizante nas quatro dosagens avaliadas de composto orgânico (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹). Agora no tratamento sem aplicação de biofertilizante, e nas quatro dosagens avaliadas (Quadro 15), obteve-se um maior número de panículas (aproximadamente 20 panículas) na dosagem de composto 30 ton.ha⁻¹, superior a 18 panículas, aproximadamente, encontradas no tratamento sem aplicação de composto. Já com aplicação de biofertilizante os tratamentos cujas dosagens foram de 20 e 30 ton.ha⁻¹ de

composto orgânico, foram obtidos valores médios aproximados de 21 e 22, panículas, respectivamente (Quadro 15), superiores ao valor obtido na dosagem de 0 ton.ha⁻¹ (18 panículas).

2.6.4.6. Produção de grãos

Os valores da análise de variância para a produção de grãos encontram-se no Apêndice 6A. Pode-se observar na Figura 20 os gráficos para as cultivares avaliadas (cultivar local e cultivar de Santana dos Garrotes) e a equação de regressão ajustada, para a produção de grãos.

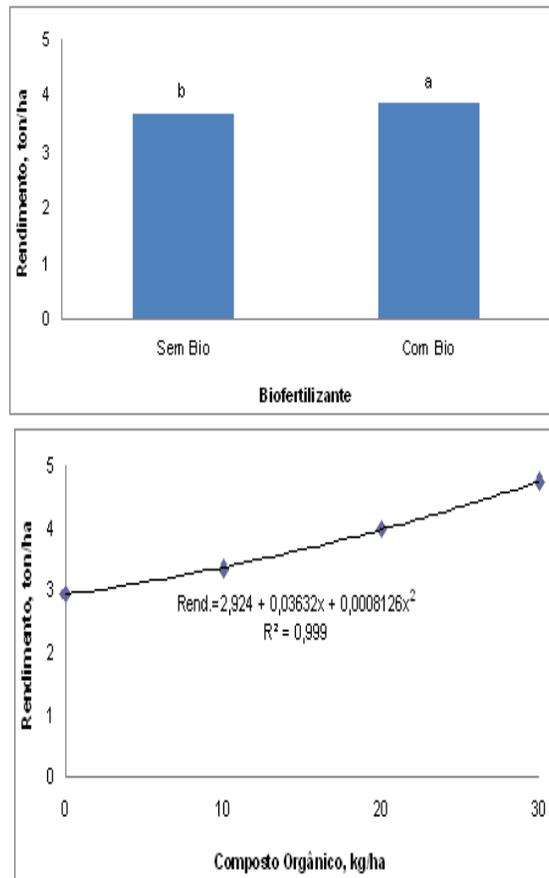


Figura 20 – Gráficos para comportamento de cultivares e análise de regressão para a produção de grãos. Apodi-RN, 2009.

Houve efeito significativo apenas para o tratamento biofertilizante. Mais uma vez a cultivar de Santana dos Garrotes superou a cultivar local, superando também na característica produção de grãos. Para a cultivar de Santana dos Garrotes obteve-se uma produção média aproximada de 3.860 kg.ha⁻¹ de grãos, enquanto que para a cultivar local, obteve-se uma produção de grãos de arroz vermelho média aproximada de 3.600 kg.ha⁻¹ (Figura 20). A cultivar de Santana dos Garrotes superou a cultivar local em 260 kg.ha⁻¹ de arroz vermelho, com aplicação de biofertilizante.

Na Figura 20 também pode-se observar a equação de segundo grau ajustada para a produção de grãos $y = 2,924 + 0,03632 x + 0,0008126 x^2$. Foram obtidos os valores aproximados de 2.900 kg.ha⁻¹, sem aplicação de composto orgânico, de aproximadamente 3.350 kg.ha⁻¹, 4.000 kg.ha⁻¹ e 4.700 kg.ha⁻¹, nas dosagens de composto orgânico de 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹, respectivamente.

Nos Quadros 16, 17 e 18 são apresentados os valores referentes às interações: cultivar x biofertilizante (Quadro 16), cultivar x composto (Quadro 17) e biofertilizante x composto (Quadro 18).

Quadro 16 - Interação Cultivar x Biofertilizante.

Cultivar	Biofertilizante	
	Sem Biofertilizante	Com Biofertilizante
Local	3,57 aB	3,86 aA
Santana dos Garrotes	3,73 aA	3,85 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey, dms 0,17 para linha e coluna.

Quadro 17 - Interação Cultivares x Composto.

Cultivares	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Local	2,98 aC	3,30 aC	4,08 aB	4,49 bA
Santana dos Garrotes	2,87 aD	3,40 aC	3,90 aB	4,99 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 0,24 para coluna e 0,32 para linha.

Quadro 18 - Interação Biofertilizante x Composto.

Biofertilizante	Composto kg.ha ⁻¹			
	0	10	20	30
Sem Biofertilizante	2,92 aD	3,27 aC	3,91 aB	4,50 bA
Com Biofertilizante	2,93 aD	3,44 aC	4,07 aB	4,98 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. dms 0,24 para coluna e 0,32 para linha.

Para a interação cultivar x biofertilizante (Quadro 16) não houve diferença estatisticamente significativa, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey para dados de produção entre a cultivar local e a cultivar de Santana dos Garrotes. No entanto, obteve-se para a cultivar 1 com aplicação de biofertilizante, uma produção de grãos de 3.860 kg.ha⁻¹, superior a produção sem aplicação de biofertilizante (3.570 kg.ha⁻¹). Já para a cultivar de Santana dos Gartotes não se obteve diferença estatisticamente significativa para a produção sem aplicação de biofertilizante (3.730 kg.ha⁻¹) e com aplicação de biofertilizante (3.850 kg.ha⁻¹).

Para a interação cultivares x composto, a medida em que se aumentou as doses de composto orgânico, houve aumento significativo na produção de grãos (Quadro 17). Para a cultivar local na dosagem de 0, 10, 20 e 30 ton/ha de composto orgânico, foram obtidas produções de arroz vermelho de 2.980, 3.300, 4.080 e 4.490 kg.ha⁻¹ de grãos, respectivamente. Havendo um incremento na produção de 1.510 kg.ha⁻¹ de arroz vermelho na dosagem máxima utilizada, em comparação com o tratamento sem aplicação de composto orgânico (Quadro 17).

Para a cultivar de Santana dos Garrotes na interação cultivares x composto (Quadro 17) também foram obtidas melhores produções a medida em que se aumentou a dose de aplicação de composto orgânico. Sem aplicação de composto obteve-se uma

produção de 2.870 kg.ha⁻¹, de grãos de arroz vermelho (menor produção de grãos). Nas dosagens de 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹ de composto orgânico foram obtidas as produções de 3.400, 3900 e 4.990 kg.ha⁻¹ de grãos de arroz vermelho (Quadro 17). Conforme se pode observar houve um incremento na produção de grãos com a aplicação de composto orgânico, para a cultivar de Santana dos Garrotes de 2.120 kg (Quadro 17).

Comportamento semelhante pode-se observar para a produção de grãos na interação biofertilizante x composto (Quadro 18). Maiores valores de produção de grãos foram sendo obtidos nas maiores dosagens de composto orgânico, de modo que sem aplicação de biofertilizante, foram obtidas produções de arroz vermelho de 2.920, 3.270, 3.910 e 4.500 kg.ha⁻¹, nas dosagens de 0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹ de aplicação de composto orgânico, respectivamente (Quadro 18). Para o tratamento com aplicação de biofertilizante obteve-se produções de 2.930, 3.440, 4.070 e 4.980 kg.ha⁻¹ de arroz vermelho, respectivamente (Quadro 18).

De modo geral pode-se observar, para os dados de produção, que houve interferência dos tratamentos aplicados (doses de composto) e aplicação de biofertilizante, sobre o comportamento das cultivares.

Esses resultados estão em conformidade com os resultados de trabalhos de outros autores (DINIZ FILHO et al., 2007), que obtiveram efeitos benéficos da compostagem, como por exemplo, no fornecimento de macro e micronutrientes às plantas, como também confirmam as conclusões obtidas por Samyal e De Datta (1991) citados por Azevedo et al. (2004), quando obtiverem influência da adição de matéria no aumento da disponibilidade de nutrientes para plantas de arroz (produção de grãos e altura de plantas).

Confirmou-se, conforme se pode verificar, o que afirmara Brancher et al. (1997) que o aumento na produção de arroz está relacionado com o aumento no número de panículas e de grãos/panícula, explicando aproximadamente 74 % da produção arroz.

Os dados de produção com relação ao peso médio de 100 grãos (2,01 g a 2,75 g) e de produtividade (2.870 a 4.990 kg.ha⁻¹), situaram dentro da faixa dos valores obtidos por Nunes (2008) avaliando a variabilidade de atributos do solo na produtividade de arroz vermelho em Apodi, onde encontrou valores médios de 1,87 a 3,13 g para o peso médio de 100 grãos e valores médios de produtividade de 2.151 a 10.728 kg.ha⁻¹. Ressaltando-se que, os dados encontrados por Nunes (2008) foram de plantios de arroz no modelo convencional utilizando adubos sintéticos, o que explica em parte produtividades elevadas de arroz vermelho.

Bordin et al. (2003) avaliando a sucessão de cultivo feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada, após adubação verde em plantio direto, obtiveram maiores valores de produtividade de grãos de arroz e demais componentes da produção, no cultivo efetuado sobre os resíduos de leguminosas/feijoeiro e do milho/feijoeiro. Uma maior produtividade de 3.039 kg.ha⁻¹ de arroz foi obtida na rotação de culturas (Crotalaria juncea/feijoeiro/arroz).

Guimarães e Stone (2003) avaliando a aplicação de doses de nitrogênio (40, 80, 120 e 160 kg.ha⁻¹) para o arroz cultivado após pastagem e após o cultivo com soja, em plantio direto, obtiveram maior resposta do arroz à adubação nitrogenada após pastagem, na dosagem de 100 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, enquanto após o cultivo com soja, uma melhor resposta na dosagem de 68 kg.ha⁻¹ de nitrogênio.

Jesus et al. (2007) avaliando os efeitos de plantas de cobertura do solo no desenvolvimento da cultura de arroz de terras altas em cultivo orgânico, concluíram que as leguminosas, com destaque para a Crotalaria, proporcionaram melhores resultados em número de perfilhos, índice de área foliar e matéria seca e teor de nitrogênio acumulado em arroz, e que de maneira geral, o arroz apresenta desenvolvimento satisfatório nos diversos tipos de cobertura do solo, principalmente quando conduzido após o cultivo de leguminosas em sistema orgânico de produção, justificando essas práticas no cultivo sustentável de arroz.

2.7. CONCLUSÕES

- a) A cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a local para os caracteres avaliados de altura da planta, número de panículas, número de grãos/panícula e peso médio de 100 grãos, não havendo diferença estatística significativa para as características comprimento de panículas e produtividade;
- b) Foram obtidos maiores valores médios para número de grãos/panículas, comprimento de panículas e produtividade, quando se aplicou biofertilizante;
- c) Com relação a compostagem para os caracteres de rendimento, número de panículas e de grãos/panícula, a cultivar Santana dos Garrotes superou a local, obtendo uma produtividade de aproximadamente 5000 kg.ha⁻¹, 21 panículas e 52 grãos/panícula enquanto a local o rendimento foi de 4500 kg.ha⁻¹, 18 panículas e 46 grãos, respectivamente, na maior dosagem avaliada de 30 ton.ha⁻¹.

2.8. REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2ª. ed. Rio de Janeiro: PTA – FASE. 1989. 240 p.

ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* (Benth)) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 32. p. 1053-1058, 1997.

AMARAL, A. dos S; GONÇALVES, A. R, GARDELLINO, R. A. Produção de arroz em função do teor de sódio no solo. **Lavoura Arrozeira**. Porto Alegre. v.45, n. 403, p.16-19. 1992.

AQUINO, Adriana Maria de.; ASSIS, Renato Linhares de. **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. 517 p.

AZEVEDO, W. R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A. e OLIVEIRA JÚNIOR, A. C. Disponibilidade de fósforo para o arroz inundado sob efeito residual de calcário, gesso e esterco de curral aplicados na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 28:995-1004, 2004.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F.; RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**. v. 21, n.2, p. 165-174, 2003.

BECKER, M.; LADHA, J.K. e ALI, M. Green manure technology: potential, usage, and limitations. A case study for lowland rice. **Journal Plant and Soil**. v. 174, n. 1-2, 1995. <http://www.springerlink.com>. Acesso em: 25/01/2009.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G. e FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**. v. 62, n.3. p. 417-428. 2003.

BRANCHER, A.; CAMARGO, F. A. de O. e SANTOS, G. de A. Adubação orgânica mineral e calagem influenciando o rendimento do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 33, n. 4. 1998.

CÂMARA, Maria José Tôrres. **Diferentes compostos orgânicos e plantimax como substrato na produção de mudas de Alface**. 2001. 42p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2001.

CARMO FILHO, F. e OLIVERIA, O. **Mossoró: um município do semiárido nordestino. Características climáticas. Aspectos físicos.** Mossoró: ESAM. 1989, 62 p. (Coleção Mossoroense, Série B, n. 672).

DINIZ FILHO, E. T.; MESQUITA, L. X.; OLIVEIRA, A. M. de.; NUNES, C. G. F. e LIRA, J. F. B. de. A prática da compostagem no manejo sustentável de solos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** v.2, n.2, p. 27-36. 2007.

DINIZ FILHO, E. T.; ERNESTO SOBRINHO, F.; SILVA, F. N. da.; MARACAJÁ, P. B. e MAIA, S. S. S. Caracterização e uso de solos em região Semi-Árida do Médio Oeste do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga.** v. 22, n.3, p. 111-120. 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

FAGERIA, N. K.; FERREIRA, E.; PRABHU, A. S.; BARBOSA FILHO, M. P. e FILIPPI, M. C. **Seja o Doutor do seu arroz.** Encarte: Potafos. Arquivo do Agrônomo, nº 10. 1995.

GLEISSMAN, S. R. **Agroecologia, processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: Editora Universidade. 2000. 613p.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K. e BARBOSA FILHO, M. P. **Como a planta de arroz se desenvolve.** Encarte do informações agronômicas nº 99, 2002.

GUIMARÃES, C. M. e STONE, L. F. Adubação nitrogenada do arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 7, n.2. p. 210-214. 2003.

INAMURA, T.; MUKAI, Y.; MARUYAMA, A.; IKENAGA, S.; LI, G. U.; BU, X.; XIANG, Y.; QIN, D. e AMANO, T. Effects of nitrogen mineralization on paddy rice yield under low nitrogen input conditions in irrigated rice-based multiple cropping with intensive cropping of vegetables in southwest China. **Journal Plant and Soil.** v. 315, n. 1-2, 2008. Disponível em: <http://www.springerlink.com>. Acesso em: 27/01/2009.

JALFIM, F. T. **Agroecologia e agricultura familiar em tempos de globalização: o caso dos sistemas tradicionais de criação de aves no Semiárido brasileiro**. Recife: Ed. do Autor, 2008. 160 p.

JESUS, Roberta Paula de.; CORCIOLI, G.; DIDONET, A. D.; BORGES, J. D.; MOREIRA, J. A. A. e SILVA, N. F. Plantas de cobertura de solo e seus efeitos no desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas em cultivo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 37 (4), p. 214-220. 2007.

KAMIYAMA, A. Compostagem: aproveitamento de resíduos na propriedade. **Revista Brasileira Agropecuária**. n.9, p.60. 2001.

KIEHL, Edmar José. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Edt. Agron. Ceres. 1985. 492 p.

MARACAJÁ, Patrício B.; MARQUES, F. das Chagas; SOUZA, A. H.; PEREIRA, T. F. C.; DINIZ FILHO, Edimar Teixeira. Crescimento de plantas de hortelã sob doses de vermicomposto em dois tipos de solos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró. v. 1, n. 2, p. 10-15. jul./dez. 2006.

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O. S. dos.; AVILA, L. A. de. e SILVA, R. P. da. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Ciência Rural**. v. 31, n.6. p. 941-945. 2001.

MATTOS, J. C. de.; FILHO, João Liberalino. Composto orgânico misto na formação de mudas de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró. v. 2, n. 1, p. 105-112. jan./jul. 2007.

NUNES, C. G. F. **Variabilidade espacial dos atributos que influenciam a produção de arroz vermelho irrigado no vale do Apodi-RN**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semiárido. 2008. 56p.

OLIVEIRA, J. Bertolo de. **Pedologia Aplicada**. 3. ed.. Piracicaba:FEALQ, 2008. 592 p.

PACHECO, C. B. e BAUMANN, J. C. **Apodi: um olhar em sua diversidade**. Natal: Ed. dos Autores. 2006. 364 p.

PEDINI, S. **I Seminário de Agricultura Orgânica de Bragança Paulista**. São Paulo/CATI/SAA-SP. 1998. 94p.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica – Normas e técnicas de cultivo**. Campinas, SP. Editora Grafimagem, 2000. 110p.

_____. S. R. **Manual prático de agricultura orgânica – Fundamentos e Técnicas**. São Paulo: Ed. do Autor, 2009. 216 p.

PEREIRA, E. B.; CARDOSO, A. A.; VIEIRA, C.; LOURDES, E. G. Efeitos do composto orgânico sobre a cultura do feijão. **Revista Ceres**. Viçosa, V. 35, P. 182-198, 1988.

PEREIRA, José Almeida.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. dos A.; VALDENIR, Q. R. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Caatinga**. v. 22, n.1. p. 243-248. 2009.

POCOJESKI, Elisandra. **Estimativa do estado nutricional de arroz irrigado por alagamento**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 95 p.

RAMOS. M. G. **Manual de produção do arroz irrigado**. Florianópolis: EMPASC/ACARESC, 1985. 225 p.

RICCI, M. dos Santos Freire.; NEVES, M. C. M.; AGUIAR-MENEZES, E. de Lima. Embrapa Agroecologia Sistemas de Produção. 2ª Ed. Dez. 2006. Disponível em <<http://sistema.de.producao.cnptia.embrapa.br/fontes.html>> Acesso em: 24/06/2007.

RODDA, M. R. C.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R.; ZONDONADI, D. B.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. & SANTOS, G. de A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. I – Efeito da concentração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30. n.4. p. 649-656. 2006.

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, C. Manejo de água e de fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 4, p.565-573, abr. 1999.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. da; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, p. 1395-1398, 2001.

SILVA, F. de A. S. e AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON

COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, T. O. da.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. de Sá B.; SALCEDO, I. H. & SILVEIRA, L. M. da. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*, I – Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31. n.1. p. 39-49. 2007.

SOUZA, Jacimar Luis de.; REZENDE, Patrícia Lacerda. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2ª ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 2006. 843 p.

STONE, L.F. & SILVA, J.G. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 33:891-897. 1998.

XAVIER, F. A. da Silva.; MAIA, S. M. Ferreira.; OLIVEIRA, T. Senna de. & MENDONÇA, E. de Sá. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânicos e convencional na Chapada da Ibiapina – CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.30. n.2. p. 247-258, 2006.

3. CAPÍTULO II: Teores de macro e micronutrientes na planta de arroz cultivada utilizando práticas agroecológicas

3.1. RESUMO

A cultura do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) no município de Apodi assume grande relevância, sendo a principal cultura de expressão econômica local. Com objetivo de se avaliar os teores de macro e micronutrientes em dois cultivares de arroz vermelho, em plantio irrigado, após a colheita de grãos, utilizando compostagem e biofertilizante como práticas agroecológicas foi desenvolvido o trabalho. Foram coletadas cinco amostras do perfil de solo que foram submetidas às análises físicas e químicas segundo metodologia da (EMBRAPA, 1997). Foram comparados os tratamentos culturais recomendados pela literatura em agroecologia, utilizando-se a compostagem em quatro níveis (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹), com e sem aplicação de biofertilizante, testando-se na produção de duas cultivares: cultivar 1- local e a cultivar 2 - 2 proveniente do município de Santana dos Garrotes - PB. O experimento foi conduzido na comunidade rural de Reforma em Apodi (5° 40' S e 37° 44' W). As parcelas experimentais foram de 3,0 m de comprimento por 1,50 m de largura, com cinco linhas espaçadas de 0,30 m, e considerada como área útil a fileira central, eliminando-se 0,50 m em cada extremidade. Foram avaliados os teores em plantas de arroz vermelho de matéria fresca e matéria seca, macronutrientes e micronutrientes. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 X 2 X 4. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Programa Estatístico ASSISTAT Versão 7.5. Houve efeito significativo nos teores de macro e micronutrientes nas cultivares avaliadas utilizando práticas agroecológicas; a cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a cultivar local no conteúdo dos elementos nitrogênio, potássio, fósforo, sódio e zinco; os elementos potássio, magnésio, sódio e manganês situaram na faixa adequada de nutrientes requerida pelo arroz, enquanto os elementos nitrogênio, fósforo e cálcio, situaram no limite crítico, na avaliação após a colheita de grãos de arroz utilizando práticas agroecológicas. Com relação aos macronutrientes cálcio e magnésio houve efeito significativo no tratamento aplicação de biofertilizante, sendo que foram obtidos maiores valores desses elementos em plantas de arroz no tratamento sem aplicação de biofertilizante do que com aplicação de biofertilizante.

Palavras-chave: Arroz Vermelho, Análise Planta, Práticas Agroecológicas.

Macro and micronutritious degree on red rice plants (*Oryza sativa* L.) cultivated using agroecological practices

3.2. ABSTRACT

The red rice culture (*Oryza sativa* L.) in the city of Apodi assumes great relevance being the main culture related to the economics in the place. The aim of this study is to evaluate the macro and micronutritious degrees in two cultivars of red rice in irrigated planting after the grain harvest using composting and biofertilizer as agroecological practices. Five samples were collected from the ground profile and they were subjected to the physical and chemical analyses according to methodology of (EMBRAPA, 1997). The cultural elements recommended by the agroecological literature were compared, using the composting in four levels (0, 10, 20 and 30 ton.ha⁻¹), with and without application of biofertilizer testing itself during the production of two cultivars: the local one and Santana dos Garrotes one. The experiment was made in the rural community of Apodi (5° 40' S e 37° 44' W). The experimental pieces were of 3,0 m (length) and 1,50 m (width), with five outlines spaced of 0,30 meters, considered as a useful area for the central row, removing 0,50 meters in each extremity of the row. The characteristics evaluated were: dry and fresh matter degree on red rice plants, macronutritious and micronutritious. The statistical procedures used was the one of casualized blocks, in factorial scheme 2 X 2 X 4. Statistical analyses were carried out using the Statistical Program ASSISTAT Version 7.5. There was a significant effect on the macro and micronutritious degree in the cultivar which was evaluated using agroecological practices; the cultivar in Santana dos Garrotes was superior to the local one considering nitrogen, potassium, phosphorus, sodium and zinc; the elements potassium, magnesium, sodium and manganese were situated in the appropriate position of nutritious applied to the rice, while the elements nitrogen, phosphorus and calcium were situated in the critical limit in the evaluation after the rice grain harvest using agroecological practices. Regarding to the calcium and magnesium macronutritious, there was significant effect in the treatment of biofertilizer application but bigger values of these elements were obtained in rice plants treated without biofertilizer application comparing to those with biofertilizer application.

Key words: Red Rice; Analysis Plants; Agroecological Practices.

3.3. INTRODUÇÃO

A cultura do arroz no município de Apodi assume grande relevância, constituindo-se em uma das principais culturas que movimenta a economia nesse município.

No entanto nos últimos anos a produção vem caindo, devido principalmente ao manejo inadequado da cultura, desde o plantio até a comercialização.

Por outro lado, desde o ano 2005 que vem sendo realizado um trabalho de apoio a associação de produtores de arroz vermelho com pesquisa participativa na avaliação desde as características de solo, água e planta, de apoio a agricultura familiar objetivando-se o cultivo sustentável dessa cultura.

Com relação à diagnose foliar em arroz vermelho irrigado não existem trabalhos científicos realizados, até o presente, tornando-se importante e necessário a realização de trabalhos nessa área para auxílio a produtores(as) rurais na orizicultura, principalmente para se avaliar a eficácia de tratamentos envolvendo adubação.

O pressuposto básico da análise de macronutrientes e micronutrientes em uma planta é de se avaliar a presença de um elemento essencial em concentrações adequadas ao desenvolvimento da mesma.

Dentre os principais métodos utilizados na diagnose do estado nutricional de uma planta, estão a análise de solo e de planta, que deverão ser complementares. A análise de planta é muito útil no controle da nutrição de uma planta ao passo que a análise de solo é muito importante para se conhecer o conteúdo de nutrientes (macro e microelementos) presentes no solo.

A análise de solo é importante quando não se dispõe de informações sobre sintomas de deficiência ou de resultados de análises de plantas; por sua vez a análise de planta normalmente é feita quando a cultura já está em campo, impedindo a resolução de um problema de deficiência nutricional a curto espaço de tempo (FAGERIA et al., 1995). Para a cultura do arroz não existem estudos de calibração com base em análise de planta para fins de recomendação de adubação.

O fornecimento adequado de nutrientes é muito importante na atividade agrícola porque contribuirá tanto para altas produtividades como também para a redução nos custos de produção, principalmente utilizando práticas agroecológicas, onde os insumos necessários à adubação encontram-se no próprio local e, utilizados de forma racional, melhorarão as propriedades físicas e químicas do solo, mantendo o ambiente sustentável por consecutivos plantios.

Para se ter o máximo de rendimento de uma cultura é preciso se conhecer e manejar adequadamente os fatores diretamente relacionados à produção como o clima, solo, planta e os fatores que possam interferir na absorção e translocação de nutrientes na planta. Os macro e microelementos deverão estar em níveis ótimos para o desenvolvimento da cultura para uma boa produção agrícola.

Esses fatores deverão ser observados porque nem sempre aumentos em produtividade são seguidos de aumento em concentração de nutrientes na planta. Garvin et al. (2006) demonstraram que aumento de produtividade em trigo, através de programas de melhoramento genético, resultaram em diminuição do teor de micronutrientes.

Portanto a produção agrícola sustentável só acontecerá com sistemas integrados. É preciso acontecer integração, participação, união dos diversos ramos do conhecimento, da ciência. E isso se tornará possível integrando as diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, os profissionais da área da agronomia, veterinária, genética, melhoramento e nutrição, dentre outros.

O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes e micronutrientes em duas cultivares de arroz vermelho, em plantio irrigado, após a colheita de grãos utilizando doses de composto e aplicação de biofertilizante como práticas agroecológicas.

3.4. REVISÃO DE LITERATURA

3.4.1. Dados Gerais da Cultura do Arroz

3.4.1.1. Centro de Origem Primária e Taxonomia

O centro de origem do arroz é a Ásia (POCOJESKI, 2007; PEREIRA, 2004). Contudo, segundo Pereira (2004) foi na Pérsia que os gregos o denominaram de *Oryza*. A partir de então os europeus tomam conhecimento da cultura do arroz.

Segundo Pedroso (1989) citado por Prochnow (2002) o arroz pertence a divisão das Angiospermas, classe das Monocotiledôneas, ordem: Glomiflora, família: Gramineae, subfamília: Oryzoideae, tribo: Oryzea, gênero: *Oryza*, que compreende 23 espécies sendo que somente duas espécies são cultivadas (*Oryza glaberrima* S. e a *Oryza sativa* L.). A espécie *Oryza glaberrima* S. seu cultivo é restrito a África. A espécie *Oryza sativa* L. apresenta ramificações secundárias na panícula, podem apresentar tanto o pericarpo branco como vermelho.

Todas as espécies do gênero *Oryza* possuíam grãos vermelhos, a cor vermelho-claro do pericarpo do arroz, é uma característica genética dominante controlada pelo gene Rd no cromossomo 1 (RANGEL, 1998 citado por PEREIRA, 2004), característica esta herdada dos ancestrais silvestres das atuais variedades cultivadas. A cor branca surgiu de uma mutação (PEREIRA, 2004).

3.4.1.2. Importância econômica e nutricional

Ao longo da história, o arroz tem sido um dos alimentos humano mais consumido no planeta, sendo o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando uma área aproximada de 148 milhões de hectares. O consumo médio individual de

arroz na América Latina é de 30 kg/pessoa/ano, com destaque para o Brasil como um grande consumidor, consumindo-se em média 45 kg/pessoa/ano (GOMES e MAGALHÃES, 2004). Na Tabela 14 tem-se os maiores produtores de arroz no mundo, segundo Nunes (2008).

Tabela 14 - Maiores países produtores de arroz no mundo.

Nº	País	Produção (t)	Área (ha)	Rendimento (kg.ha ⁻¹)
1	China	184.070.000	29.380.000	6.265
2	Índia	136.510.000	43.700.000	3.124
3	Indonésia	54.400.000	11.400.000	4.772
4	Bangladesh	43.729.000	11.200.000	3.904
5	Vietnã	35.826.800	7.324.400	4.891
6	Tailândia	29.268.959	10.072.506	2.906
7	Myamar	25.200.000	7.200.000	3.500
8	Filipinas	15.326.706	4.159.930	3.684
9	Brasil	11.505.327	2.974.596	3.868
10	Japão	10.695.000	1.688.000	6.336

Conforme dados da FAO (2008) citados por Nunes (2008), a produção de arroz em casca no mundo, quase dobrou no período de 1970 a 2006, passando 316,3 milhões de toneladas para 634,3 milhões de toneladas, correspondendo a uma taxa de crescimento anual de 2,79%. Já com relação à área plantada nesse período houve um crescimento de 16,1%. Em 1970 a área planta era de 132,8 milhões de hectares e em 2006 de 154,3 milhões de hectares, de modo que o fator de maior contribuição para o aumento na produção mundial nesse período foi o aumento na produtividade passando de 2380,8 kg.ha⁻¹ em 1970 para 4112,2 kg.ha⁻¹ em 2006, significando um aumento na ordem de 72,7%.

Nesse mesmo período (1970 a 2006) a produção de arroz em casca no Brasil cresceu. Passou de 5,55 milhões de toneladas de grãos para 11,5 milhões de toneladas. Agora, segundo Nunes (2008), nos últimos anos a produção brasileira deste cereal vem

decrecendo, em 2004 já alcançava 13,2 milhões de toneladas. O que vem proporcionando a queda na produção é a redução na área plantada, em 1970 era de 4,98 milhões de toneladas e reduziu para 2,98 milhões de toneladas em 2006, uma redução de 40,26%. No mesmo período houve um forte aumento no rendimento da cultura, bem superior ao aumento do rendimento do resto do mundo, passando de 1516,3 kg.ha⁻¹ em 1970 para 3867,9 kg.ha⁻¹ um aumento de 155,1%.

No Brasil o arroz tem sido cultivado em todos os estados principalmente nas regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul. Os sistemas de cultivo principais são os irrigados, onde apresenta produção média de 4 ton.ha⁻¹, e de sequeiro, onde a produtividade média situa-se em torno de 1,5 ton.ha⁻¹. Aproximadamente 1 milhão de hectares ou 1/4 da área cultivada com arroz no Brasil situa-se na região Sul, mais especificamente no estado do Rio Grande do Sul, com produtividade média na safra 2002/2003 em torno de 5 ton.ha⁻¹ e produção total de 4.708.695 toneladas (IRGA, 2005).

Já com relação ao arroz vermelho, foi introduzido na época da colonização, pelos portugueses em 1587. No entanto só começou a ser cultivado a partir do século XVII na Capitania do Maranhão (PEREIRA, 2004) durante o período colonial o arroz vermelho era utilizado na alimentação dos povos nativos e dos imigrantes pobres; os nobres da Coroa consumiam o arroz branco importado de Portugal.

Conforme dados do IBGE (2007) o município de Apodi, em 2006, produziu 4200 toneladas em 1200 hectares, perfazendo um volume de R\$ 2.730.000 (dois milhões, setecentos e trinta mil reais).

Na Tabela 15, tem-se os dados estimados da produção por comunidade, no ano 2008.

Tabela 15 - Comunidades produtoras de arroz vermelho, número de produtores e respectiva área cultivada, no Vale do Apodi. Apodi-RN, 2008.*

Nome da comunidade	Nº produtores	Área plantada (ha)
Trapiá 1 e 2	50	300
Reforma**	20	50
Juazeiro	50	60
Baixa Fechada 1 e 2	40	80
Santa Rosa	10	15
Cipó	15	30
Água Fria	5	10
Bamburral	10	25
Rio Novo	30	60
Pindoba 1 e 2	40	80
Paulista	40	100
Carrilho	5	10
Santa Cruz	10	20
Bela Vista	10	20
Boa Vista	5	10
São Lourenço	20	40
TOTAL	360	910

* Fonte: Pesquisa realizada entre os participantes da oficina de elaboração do plano de negócios da unidade de produção familiar de arroz vermelho do Vale do Apodi;

** Comunidade rural de Reforma: onde foi realizada a pesquisa.

As variedades de arroz vermelho cultivadas em sua grande parte apresentam porte alto, folhas longas, largas e decumbentes com baixo potencial genético de produção. Contudo, segundo Pereira et al. (2009) devido ao cruzamento natural do arroz vermelho com cultivares de arroz branco, já foram encontradas cultivares de arroz vermelho com porte baixo, folhas curtas, estreitas e eretas e com elevado potencial de produção.

Apesar de se tratar de uma cultura praticamente desconhecida pela maioria da população brasileira, com exceção de uma parcela considerável de habitantes da região nordestina (PEREIRA, 2004), nutricionalmente o arroz é um dos principais produtos da cesta básica, e contém 20% calorias e supre 14% necessidades humanas em

proteínas, além de ser rico em ferro e zinco (PEREIRA et al., 2009). O arroz vermelho por sua vez é mais rico em vitaminas e sais minerais que o arroz branco (PEREIRA, 2004). Pereira et al. (2009) comparando variedades de arroz branco e de arroz vermelho quanto ao teor de ferro e zinco, tanto o arroz integral como o polido, encontraram valores médios de ferro de (14,50 e 5,12 mg/kg) e de zinco de (22,77 e 16,66 mg/kg) para variedades de arroz branco, integral e polido, respectivamente, e valores médios de ferro de (16,04 e 9,68 mg/kg) e de zinco de (27,06 e 23,24 mg/kg) para variedades de arroz vermelho, integral e polido, respectivamente. Como se pode observar o grão integral de arroz, tanto branco e vermelho possui mais ferro e zinco; já no arroz vermelho integral os teores de ferro e zinco de (16,04 e 27,06 mg/kg) são mais elevados que os teores de ferro e zinco (14,50 e 22,77 mg/kg) do arroz branco, respectivamente.

Outro componente muito importante nutricionalmente no arroz é a amilose, principal fator determinante de suas características culinárias, variando de 3 a 33%. Variedades com baixo teor de amilose apresentam grãos aquosos e pegajosos durante o cozimento; já altos teores de amilose (variedades de arroz branco) apresentam grãos secos, soltos e duros após o cozimento e resfriamento. O arroz vermelho que apresenta baixos teores de amilose em comparação com variedades de arroz branco, tende a apresentar o grão aquoso e pegajoso durante o cozimento fazendo a diferença no chamado arroz de leite, segundo os consumidores (PEREIRA, 2004).

O arroz também é rico em vários compostos antioxidantes, incluindo compostos fenólicos, tocoferóis, dentre outros, que tem sido muito utilizados na prevenção de câncer, doenças cardiovasculares, dentre outras (MELISSA, 2009). O arroz vermelho, em especial, tem sido muito utilizado por mulheres parturientes, acreditando-se que propicia aumento na produção de leite materno.

3.4.2. Potencialidades, problemas e oportunidades para o cultivo de arroz em Apodi

As potencialidades são os fatores internos positivos, representados pela junção de todos os meios disponíveis que podem representar o seu diferencial competitivo, e, portanto, a base do desenvolvimento.

São muitas as potencialidades do município de Apodi, principalmente para o cultivo de arroz, bem como de outras culturas, dentre as quais se pode citar: água abundante principalmente após a construção da barragem de Santa Cruz, segundo maior reservatório de água do Rio Grande do Norte, com capacidade de acumulação de 600 milhões de metros cúbicos de água; há também a lagoa do Apodi com capacidade de armazenamento de 20 milhões de metros cúbicos de água (PACHECO e BAUMANN, 2006), que são utilizados na irrigação e dessedentação humana e animal. Na chamada região do Vale do Apodi onde passam os rios Umari e Apodi, pode-se encontrar água abundante e de boa qualidade. Geralmente os motores são ligados 24 horas ininterruptamente aguando grandes áreas de plantio de arroz.

O município de Apodi também vem se destacando no Rio Grande do Norte pelo grau de organização social. As comunidades estão organizadas em associações e cooperativas dentre as quais se destaca a associação específica de produtores(as) de arroz, fundada em 2005: Associação dos Produtores Rurais de Arroz Vermelho do Vale do Apodi – APAVA, bem como a Cooperativa de Agricultura Familiar – COOAFAP.

O Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR) tem sido forte e atuante. Mensalmente as associações se reúnem com assessorias técnicas que trabalham no município e convidados nas reuniões do Fórum da Agricultura Familiar - FOAFAP; entidades de apoio e assessoria técnica como o SEAPAC, Projeto Dom Helder Câmara - PDHC; e possibilidades de crédito com o PRONAF e com o Banco do Brasil, se somam nessa organização de apoio à cadeia produtiva do arroz em Apodi.

Em 2009 foi encaminhado e aprovado junto ao Programa Desenvolvimento Solidário do Governo do Estado do Rio Grande do Norte, um projeto de apoio a APAVA com a construção da unidade de beneficiamento da produção de arroz vermelho, no valor aproximado de R\$ 90.000 (noventa mil reais). Um projeto que foi elaborado pelo SEAPAC.

A partir de 2007 a Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA através dos Programas de Pós-Graduação vem desenvolvendo pesquisas de apoio à produção de arroz. Inicialmente com uma Dissertação de Mestrado, seguindo com este trabalho de apoio a produção agroecológica proposto no plano de negócios e nas reuniões da associação, em um trabalho que vem sendo feito em parceria no município.

Apesar de todo o potencial para o cultivo de arroz vários são os problemas apontados por produtores(as) dentre os quais: a dificuldade de acesso ao crédito; a outorga⁹ para o uso da água; dependência em relação ao atravessador; elevado número de agricultores familiares que ainda não fazem parte das organizações associativas, o que dificulta a implementação de ações coletivas, como no caso da comercialização.

São apontados também como problemas, a inexistência de unidade de beneficiamento de arroz, impedindo o agricultor de agregar valor ao seu produto; ausência de assistência técnica adequada aos produtores; falta de orientações para conservação e manejo do solo, inclusive para evitar a salinização; uso de agrotóxico e fertilizante sem orientação técnica; dificuldade na utilização da energia elétrica através da tarifa verde; ausência de práticas agroecológicas.

Outros problemas cruciais que também são apontados são que o município de Apodi ainda não está incluído na área de zoneamento agrícola de arroz do Estado, como também o arroz produzido no local não ser classificado como produto da pauta de comercialização do Governo Federal.

⁹ Outorga: Documento Exigido em Lei de concessão para uso da água concedido pelo Estado ou pela União.

Por outro lado, é interessante que se aponte as condições externas favoráveis à atividade de produção do arroz vermelho necessárias ao êxito do empreendimento, que foram apontadas pelos produtores e produtoras como propiciar a expansão do mercado a preço compatível, inclusão nos programas governamentais de apoio à comercialização, como é o caso do Programa de Aquisição de Alimentos do Governo Federal – PAA que é coordenado pela Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB; parcerias com a Fundação Banco do Brasil, UFERSA, IFRN, SEAPAC, PDHC dentre outras.

Outras oportunidades também foram apontadas que são as possibilidades de acesso aos mercados privados, como redes de supermercados, feiras livres e agroecológicas, como no caso da feira da agricultura familiar e economia solidária de Apodi, que acontece todos os sábados e a disponibilidade de linhas de crédito através do Banco do Nordeste e Banco do Brasil, bem como de programas governamentais como o Programa Desenvolvimento Solidário (Governo do Estado do Rio Grande do Norte).

3.4.3. Exigências nutricionais para a cultura do arroz e importância dos macronutrientes e micronutrientes para o desenvolvimento da orizicultura¹⁰

Na Tabela 16, pode-se observar as exigências nutricionais em macro e microelementos para a cultura do arroz.

¹⁰ Referências: Malavolta (2006) e Fageria et al. (1995).

Tabela 16: Exigências em macronutrientes e micronutrientes pela cultura do arroz, adaptada de Malavolta (2006).

Cultura_Parte	Quantidade (toneladas)	kg										g					
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cl	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Na	
	Raiz	1	20	3	60	4	2	2	30	1500	-	75	600	30	0,3	50	-
	Colmo	2	15	3	12	12	1	3	24	8	-	6	392	96	0,1	101	-
Arroz	Folha	2	15	1	6	2	4	1	34	3	-	5	477	226	0,3	38	-
	Casca	1	8	2	13	2	1	1	13	0,5	-	18	123	57	0,4	147	-
	Grão	3	45	8	9	0,5	0,1	5	6	0,4	-	10	141	52	0,3	30	-

O nitrogênio é um componente fundamental das proteínas, funcionando como importante ligante de íons metálicos, participa da formação de pontes de hidrogênio e de inúmeras reações de catalisação por enzimas. O sintoma de deficiência pode ser identificado inicialmente nas folhas mais velhas que ficam amareladas se estendendo por toda a planta prejudicando a fotossíntese.

O fósforo embora pouco exigido pela planta é o que mais tem limitado a produção. É o elemento constituinte da estrutura molecular dos ácidos nucléicos, promove o desenvolvimento do sistema radicular, forma a ligação diéster abundante nos fosfolipídios, formando ponte ente um diglicerídeo e outras moléculas (aminoácidos, amina ou álcool). Assim como o nitrogênio os sintomas de sua deficiência aparecem logo nas folhas mais velhas que apresentam coloração bronze.

O potássio é o segundo elemento mais requerido pelas culturas. É fundamental para o ativamento de grande parte das enzimas, é o elemento mais importante na expansão celular e na osmorregulação. No arroz a maior parte do potássio extraído do solo fica na palha, informação importante principalmente na agroecologia onde se utiliza a palha na compostagem ou como cobertura morta, como também na alimentação animal. A deficiência de potássio reduz o crescimento da planta, sendo que os primeiros sintomas de deficiência aparecem como uma clorose branca nas pontas das folhas mais velhas das plantas, à medida que a deficiência se intensifica

progride pela folha reduzindo a área fotossintética. O potássio também favorece ao desenvolvimento radicular.

O cálcio por sua vez é essencial ao reforço da parede celular do tecido vegetal, a divisão celular. Sem cálcio não há desenvolvimento celular. Por ser um nutriente estático na planta sintomas de sua deficiência podem ser observados logo nas folhas mais jovens, essas folhas não se desenvolvem, não há crescimento celular e morrem, causando atrofiamento da planta.

O magnésio tem como principal função na folha atuar como átomo central da molécula de clorofila. Na célula o magnésio é muito importante na regulação do turgor celular, sendo armazenado no vacúolo. Os sintomas de deficiência de magnésio em arroz iniciam-se nas folhas mais velhas que inicialmente ficam amareladas que com o avançar da deficiência a folha fica completamente seca.

O enxofre é um dos constituintes dos aminoácidos e conseqüentemente de proteínas, e atua também diretamente nas reações metabólicas da planta. Na forma reduzida é constituinte estrutural de todas as membranas biológicas. Os sintomas de sua deficiência são semelhantes aos de nitrogênio com diferença única de começar nas folhas mais jovens da planta. Inicialmente as folhas ficam amarelo-esverdeadas que com o avançar da deficiência quase todas ficam secas.

Com relação aos micronutrientes as deficiências mais comuns são de ferro e zinco. O ferro é o micronutriente requerido em maior quantidade pelo arroz (Tabela 23), seguido do manganês e zinco.

O ferro é muito importante nos processos de oxirredução no metabolismo da planta, participando na reação de uma grande quantidade de enzimas. O primeiro sintoma da deficiência de ferro pode ser observado por uma clorose interneval das folhas mais novas, que com o avançar da deficiência a planta fica toda amarelada.

O manganês é um importante ativador enzimático, para a síntese de proteínas e para a resistência das raízes a agentes patogênicos. Deficiências nesse elemento poderão ser observadas na lâmina foliar mais nova onde se desenvolve uma clorose

interneval, com linhas amareladas, que com o aumento da deficiência o tecido fica necrótico de coloração amarronzada.

O cobre por sua vez é muito importante para constituição de algumas moléculas protéicas, para o metabolismo de carboidratos, para a nodulação e fixação de nitrogênio e na lignificação da parede celular. Deficiências em cobre podem ser observadas nas folhas mais novas que ficam com uma coloração azul-esverdeada, com as pontas cloróticas. Com o passar do tempo as folhas enrolam-se, mantendo a aparência de uma agulha.

A função metabólica do zinco está relacionada a formação de complexos tetraédricos com o nitrogênio, oxigênio e principalmente com ligantes contendo enxofre, funcionando portanto como agente estrutural e funcional em reações enzimáticas. A primeira identificação do sintoma de sua deficiência em arroz é a coloração verde esbranquiçada que se desenvolve no tecido da base foliar de cada lado da nervura central. À medida que a folha vai envelhecendo o tecido clorótico adquire coloração ferruginosa.

Com relação ao molibdênio suas funções na nutrição de plantas estão relacionadas com as alterações nas valências como componente metálico nas enzimas. Plantas com deficiência nesse elemento podem acumular nitrato e podem apresentar deficiência em nitrogênio, afetando tanto o teor de clorofila como o crescimento da planta.

O cloro por sua vez é um elemento que não tem sido problema no suprimento da planta por estar disponível em quantidades suficientes no solo, água de irrigação, água da chuva, na poluição do ar. É um elemento muito importante para a regulação estomática (abertura e fechamento dos estômatos). Sintomas de sua deficiência poderão ser observados com a murcha da folha, clorose e necrose no tecido foliar.

O boro tem como fonte principal a matéria orgânica. Não se tem muito conhecimento de funções desse elemento na nutrição de plantas, no entanto há alguns pressupostos de sua importância no transporte de açúcares, no metabolismo de RNA,

respiração, membranas, síntese e estrutura da parede celular. Sintomas de sua deficiência poderão ser observados nas pontas das folhas emergentes que ficam com a coloração branca e dobradas, como no caso da deficiência de cálcio.

É importante que se avalie na hora de realização de possíveis correções de deficiências, teores de elementos como o zinco, ferro o pH do solo. pH acima de 6,0 poderão não corrigir a deficiência devido a problemas de disponibilidade desses elementos no solo. Nestes casos, adubações via foliar, são as recomendadas para corrigir possíveis deficiências. De modo geral recomendações de adubação deverão ser feitas com bases em tabelas que levam em consideração dados de análise do solo, aspectos econômicos, teor de matéria orgânica no solo, porte da cultivar, textura do solo, e são determinadas a partir de curvas de respostas (FAGERIA et al., 1995), que deverão ser elaboradas para cada situação.

3.4.4. Absorção de nutrientes e diagnose nutricional de planta de arroz

A curva que descreve a acumulação de massa seca é uma sigmóide, semelhante à de absorção de nutrientes e tem sido determinada por vários autores segundo Lopes, Volkweiss e Tedesco (1993). Inicialmente o crescimento é lento e a acumulação até a fase de perfilhamento no arroz é pequena, a partir daí aumenta com pico na fase final de florescimento, quando então volta a decrescer. A partir da floração parte dos carboidratos são transferidos para os grãos.

Com relação à concentração de nutrientes na folha estudos realizados por Yoshida (1981) citado por Lopes, Volkweiss e Tedesco (1993) demonstraram que os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre nas partes vegetativas foram de modo geral altos no estágio de desenvolvimento inicial e decresceram até a maturação; os teores de silício e boro foram baixos no início de desenvolvimento da planta aumentando até o final do ciclo; os teores de nitrogênio e fósforo foram mais elevados na panícula do que na palha, enquanto os teores de potássio, cálcio, magnésio, silício, manganês, ferro e boro foram mais altos na palha e enxofre, zinco e cobre tiveram concentrações

semelhantes tanto na palha como no grão. De modo geral há uma queda na quantidade absorvida de nutrientes no final do ciclo da cultura. Para o potássio e sódio pode ser atribuída a lixiviação, entretanto para os outros nutrientes não há uma explicação consistente para o referido comportamento (LOPES, VOLKWEISS e TEDESCO, 1993).

O nitrogênio foi exportado em maior quantidade (101 kg.ha^{-1}) representado 62% do total absorvido pela parte aérea, em segundo lugar vem o fósforo com exportação de 20 kg.ha^{-1} (58 %), resultado semelhante foi encontrado por Guimarães e Stone (2003) onde o nitrogênio e o fósforo diminuíram de concentração na planta de arroz, que pode ter sido devido à translocação em grande quantidade desses elementos para os grãos. De um modo geral os elementos são em ordem de prioridade absorvidos pela cultura de arroz irrigado: $\text{K}>\text{N}>\text{P}>\text{Mg}>\text{Ca}>\text{S}>\text{Na}>\text{Mn}>\text{Fe}>\text{Zn}>\text{Cu}$; e exportados: $\text{N}>\text{P}>\text{K}>\text{Mg}>\text{S}>\text{Ca}>\text{Fe}>\text{Mn}>\text{Na}>\text{Zn}>\text{Cu}$ (LOPES, VOLKWEISS e TEDESCO, 1993).

A aplicação de fertilizantes por via foliar, não tem revelado efeito significativo sobre a produção de grãos em arroz e aplicações só deverão ser realizadas quando a carência for detectada em análises ou com aparecimento evidente de sintomas nas plantas (LOPES, 1990). Segundo Fageria et al. (1995) não se tem realizado rotineiramente análises de solos para se detectar, em arroz, enxofre e micronutrientes; outra dificuldade tem sido as limitações em se prever a intensidade de alterações provocadas pelo alagamento do solo, na interpretação dos resultados de análises, tornando-se muitas das vezes imprecisas as avaliações no diagnóstico da disponibilidade de nutrientes às plantas (POCOJESKI, 2007).

Outro fator importante e que merece destaque é a não existência de estudos de calibração com base em análises de plantas para fins de recomendação de adubação em arroz (FAGERIA et al., 1995), o que reforça, ainda hoje, as conclusões de Guindani (2007): “não existem parâmetros que possam permitir uma avaliação precisa no equilíbrio nutricional do arroz e da necessidade de utilização em maior ou menor quantidade um ou mais macro ou micronutriente”. Com relação à diagnose foliar não

existem trabalhos no Brasil com arroz irrigado, de modo que os dados utilizados no Rio Grande do Sul, são de tabelas de faixas de suficiência de dados de outros países.

De modo geral a faixa de macronutrientes no tecido vegetal considerada suficiente pela CQFS (2004) citada por Pocojeski (2007) para a cultura de arroz é de: nitrogênio (2,6-4,2 %), fósforo (0,25-0,48%), potássio (1,5-4,0 %), cálcio (0,25-0,4%), magnésio (0,15-0,30%) e para os micronutrientes de: cobre (5-20 mg.kg⁻¹), ferro (70-300 mg.kg⁻¹), manganês (30-600 mg.kg⁻¹) e zinco (20-100 mg.kg⁻¹).

Portanto, torna-se importante, análises de solos e de plantas para o auxílio no diagnóstico da determinação do estágio nutricional da planta, tanto para diagnosticar necessidade de correções de adubação durante o ciclo da cultura, como também para adubações em cultivos subseqüentes (POCOJESKI, 2007).

Entende-se por análise foliar a determinação em laboratório da composição mineral de amostras de plantas utilizando técnicas padronizadas, é uma ferramenta importante pois, dentre outras vantagens, pode-se confirmar a diagnose visual de sintomas de deficiência ou toxidez de algum elemento químico, quantificar a remoção de nutrientes pela parte colhida da planta, como também fazer um prognóstico da produção e mapear áreas de fertilidade do solo (FONTES, 2006).

3.5. MATERIAL E MÉTODOS

3.5.1. Caracterização local

O município de Apodi dista 343 km de Natal e 76 km de Mossoró. Possui uma população de 36.053 habitantes em uma área de 1.603 km² (PACHECO e BAUMANN, 2006).

A comunidade de Reforma dista 20 km de Apodi, é formada por 23 famílias e está organizada em uma associação comunitária, formada por pequenos produtores e recebe assessoria técnica permanente do SEAPAC através do Projeto Dom Hélder Câmara. A produção agropecuária tem se limitado basicamente a produção de arroz irrigado no período de julho a janeiro e de agricultura de sequeiro no período invernos do ano, cultivando-se principalmente milho, feijão e gergelim.

3.5.2. Amostragens e análises de solos, água, biofertilizante e do composto

Para a caracterização química e física do solo, foram coletadas 05 amostras de solos da trincheira feita para caracterização de perfil. O material de solo foi caracterizado química e fisicamente, e para água de irrigação, para o composto e biofertilizante foram realizadas análises químicas de acordo com os padrões metodológicos usados no laboratório de análise de água e solos da UFERSA, com metodologia da (EMBRAPA, 1997).

3.5.3. Instalação do experimento

As parcelas experimentais foram de 3,0 m de comprimento por 1,50 m de largura, com cinco linhas espaçadas de 0,30 m, e considerada como área útil a fileira central.

No preparo do solo foi realizada uma aração, bulação e confecção dos baldes. Bulação é a operação de nivelamento do solo, realizada à tração animal após a aração.

O plantio foi realizado nos dias 23 e 24 de outubro de 2008, utilizando-se 100 sementes/linha.

Ao redor e cada balde foi plantado sorgo como quebra vento, para proteção quanto ao ataque de pragas como também para favorecer a irrigação (Figura 21).



Figura 21 – Quebra-vento feito com sorgo. Foto: SEAPAC. Apodi-RN, 2008.

3.5.4. Obtenção do composto e do biofertilizante

Para a formação das pilhas de composto com aproximadamente quatro metros cúbicos foram utilizados: 30 kg de cinzas provenientes da queima de mofumbo; 840 kg de esterco; 155 kg de palha de carnaúba; 188 kg de palha de arroz e 168 kg de folhas secas provenientes de juazeiro, jucá, mofumbo e pereiro.

A primeira camada com aproximadamente 20 cm foi constituída de palha de arroz; a segunda camada foi de palha de carnaúba e mediu aproximadamente 10 cm; a terceira camada foi constituída de folhas secas, também com aproximadamente 10 cm de altura; em seguida foi confeccionada a última camada com esterco e cinzas, medindo aproximadamente 10 cm. Em seguida o composto foi umedecido. A segunda

camada foi formada seguindo os mesmos passos de elaboração da primeira, de modo que ao final a pilha o composto ficou com aproximadamente 1,0 m de altura.

Semanalmente a pilha de composto era revirada, umedecida uniformemente e coberta de modo que do início até o final da compostagem, o composto foi revirado onze vezes. Todo o processo durou 75 dias. Ao final da compostagem cada amostra foi pesada, colocada em saco plástico e distribuída em cada parcela experimental, conforme cada dosagem avaliada.

Para obtenção do biofertilizante foram misturados em um tambor plástico com capacidade de 200 litros de água aproximadamente 90 litros de esterco em 90 litros de água.

O esterco fresco utilizado foi o de vacas leiteiras, conforme recomendações da literatura em agroecologia (SOUZA e REZENDE, 2006), que inicialmente foi peneirado, colocado em um balde e levado até o tambor. Foi deixado um espaço vazio, aproximado de 20 cm para poder facilitar a saída do ar (mistura deverá ser processada anaerobicamente), onde foi colocada uma mangueira que foi ligada até uma garrafa com nível de água aproximadamente igual ao do tambor.

Todas as segundas-feiras, durante 12 semanas, 1 litro do biofertilizante foi misturado em 09 litros de água, perfazendo um volume de 10 litros que foram homogeneizados em um pulverizador costal com capacidade para 10 litros, que foram aplicados nas unidades experimentais devidamente identificadas com uma fita verde no piquete.

3.5.5. Tratamentos e características avaliadas

Foram comparados os tratamentos culturais aplicados convencionalmente na cultura de arroz, com os recomendados pela literatura em agroecologia, basicamente com relação à adubação e controle de pragas, utilizando-se a compostagem com quatro níveis de aplicação de composto orgânico (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹), com e sem

aplicação de biofertilizante testando-se na produção de duas cultivares: Cultivar local e cultivar Santana dos Garrotes.

Foram avaliadas as características de matéria fresca e matéria seca (BALBINOT JÚNIOR et al., 2003) e teores de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea de plantas de arroz, da área de (0,30 m²), conforme metodologia utilizada por Mariot et al. (2003).

3.5.6. Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arrançados em esquema fatorial 2 X 4 X 2. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Programa Estatístico ASSISTAT Versão 7.5, desenvolvido por Francisco de A. S. e Silva da Universidade Federal de Campina Grande.

3.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.6.1. Resultados das análises de planta

No Apêndice 7A tem-se a análise de variância para as características matéria fresca e matéria seca da parte aérea de plantas de arroz vermelho, pode-se observar na Figura 22 os gráficos encontrados com relação ao comportamento das cultivares avaliadas com relação a matéria fresca e seca.

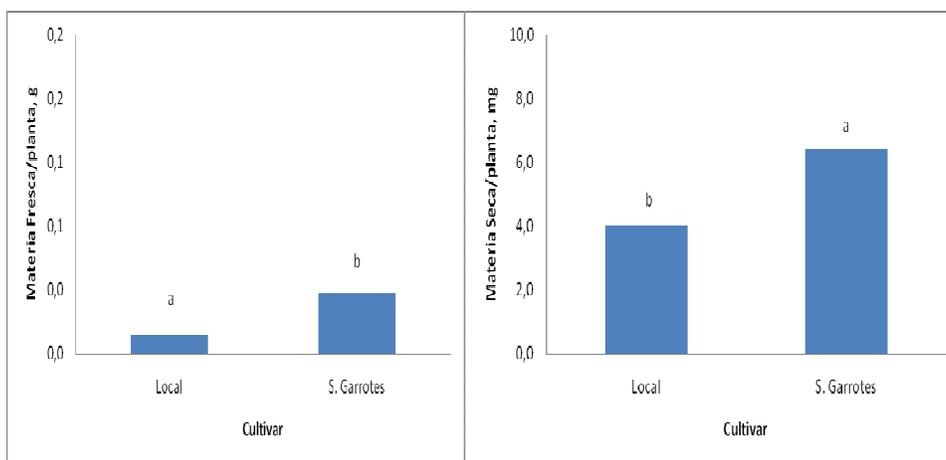


Figura 22 – Gráficos das matérias fresca e seca para o tratamento cultivares avaliadas. Apodi-RN, 2009.

Houve efeito apenas para o tratamento cultivares, ao nível de significância de 1%, tanto para matéria fresca como para matéria seca. Com relação a matéria seca a cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a cultivar local, apresentando um peso médio de matéria seca de aproximadamente 6,50 mg/planta, enquanto a cultivar local apresentou um peso médio de aproximadamente 4,00 mg/planta (Figura 22).

No Apêndice 8A, pode-se observar os dados da análise de variância para os macroelementos avaliados (nitrogênio, fósforo e potássio).

A Figura 23 contém os gráficos para as características avaliadas de nitrogênio e fósforo, e a Figura 24 contém os gráficos para o potássio.

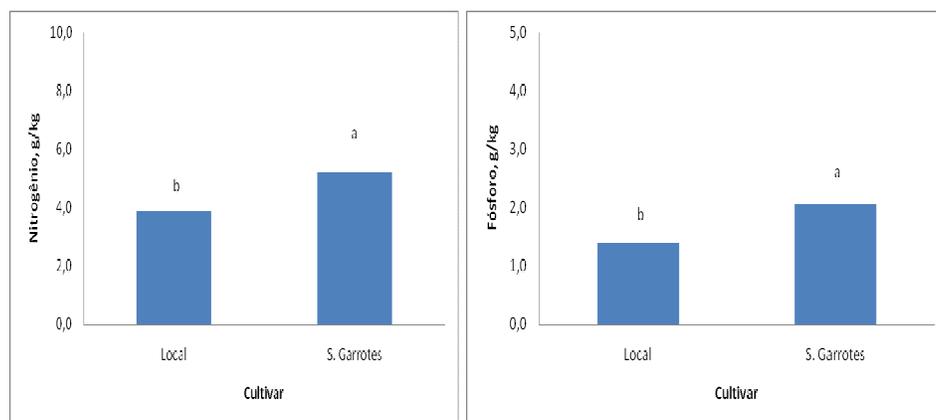


Figura 23 – Gráficos para os macronutrientes nitrogênio e fósforo para o tratamento cultivares avaliadas. Apodi-RN, 2009.

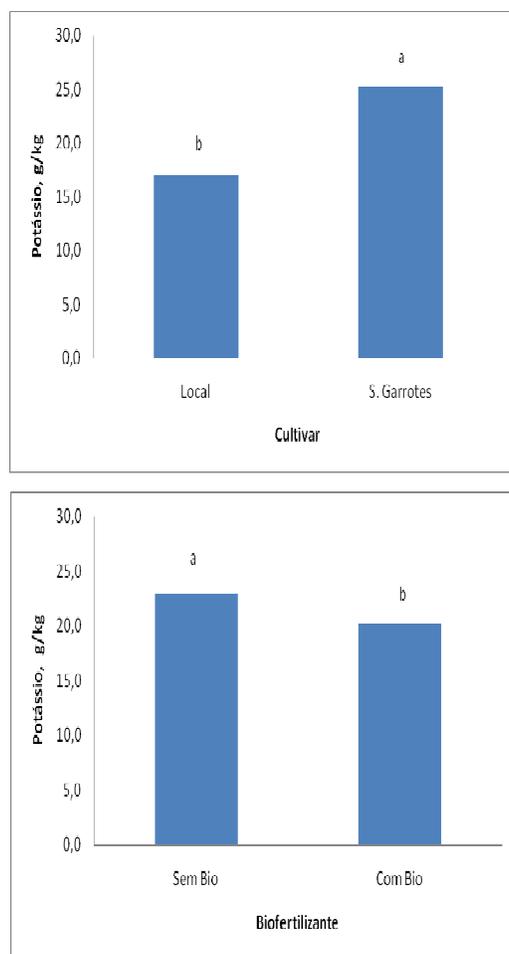


Figura 24 – Gráficos para o macronutriente potássio para os tratamentos cultivares avaliadas e aplicação de biofertilizante. Apodi-RN, 2009.

Houve efeito significativo para cultivares para os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (Tabela 30). Para o potássio, houve também significância para o tratamento aplicação de biofertilizante ao nível de significância de 5% de probabilidade. Para o tratamento aplicação de composto não houve efeito significativo, para a avaliação do conteúdo dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), em plantas de arroz.

Com relação aos teores de nitrogênio, fósforo e potássio, na cultivar Santana dos Garrotes os conteúdos desses elementos foram superiores em plantas de arroz a cultivar local (Figuras 23 e 24).

Pôde-se obter para a cultivar Santana dos Garrotes um teor de nitrogênio em plantas de arroz, após a colheita, médio de aproximadamente $5,10 \text{ g.kg}^{-1}$ enquanto para a cultivar local o teor médio aproximado na planta foi de $4,0 \text{ g.kg}^{-1}$ (Figura 23).

Com relação ao teor de fósforo na planta, para a cultivar Santana dos Garrotes, obteve-se um valor médio de $2,05 \text{ g.kg}^{-1}$, enquanto foi obtido um valor de $1,36 \text{ g.kg}^{-1}$ para a cultivar local, de modo que a cultivar Santana dos Garrotes foi superior em $0,69 \text{ g.kg}^{-1}$ de fósforo.

Para o teor de potássio no comportamento das cultivares avaliadas, pode-se observar com a Figura 24 que também se destacou no conteúdo desse elementos a cultivar Santana dos Garrotes. Para essa cultivar foi obtido um valor médio de potássio de $26,00 \text{ g.kg}^{-1}$, bem superior a cultivar local que obteve um valor médio aproximado de $17,00 \text{ g.kg}^{-1}$ (Figura 24).

Com relação ao tratamento aplicação de biofertilizante, para o potássio, valores médios no conteúdo desse macronutriente foram superiores no tratamento sem aplicação de biofertilizante do que com aplicação de biofertilizante (Figura 24), sem aplicação de biofertilizante obteve-se o valor médio de $23,00 \text{ g.kg}^{-1}$ enquanto com aplicação de biofertilizante o valor foi de $20,00 \text{ g.kg}^{-1}$, apesar de ter sido pouca a diferença, foi significativa a 5% de probabilidade.

Esses valores encontrados de nitrogênio ($5,10 \text{ g.kg}^{-1}$), fósforo ($2,05 \text{ g.kg}^{-1}$) e potássio ($26,00 \text{ g.kg}^{-1}$) para a cultivar Santana dos Garrotes e de nitrogênio ($4,0 \text{ g.kg}^{-1}$), fósforo ($1,36 \text{ g.kg}^{-1}$) e potássio ($17,00 \text{ g.kg}^{-1}$) para a cultivar local, foram baixos, exceto potássio que apresentou alto teor na palha (planta). Concentrações baixas desses elementos, na fase de colheita de grãos, como no caso deste trabalho, poderão ser explicados devido a exportação desses elementos para os grãos (nitrogênio e fósforo). Para o potássio segundo Fageria et al. (2003) citado por Pocojeski (2007) valores altos

de potássio na folha são devido a translocação para o grão desse elemento ser menor, os maiores teores de potássio se localizam mesmo na palha do arroz.

Para Lopes, Volkweiss e Tedesco (1993) o nitrogênio é exportado em maior quantidade, representando em média 62% do total que é absorvido pela parte aérea de plantas de arroz. Em segundo lugar vem o fósforo com 58%.

O Apêndice 9A, contem os dados da análise de variância para cálcio e magnésio. Na Figura 25 pode-se observar os gráficos para o tratamento aplicação de biofertilizante.

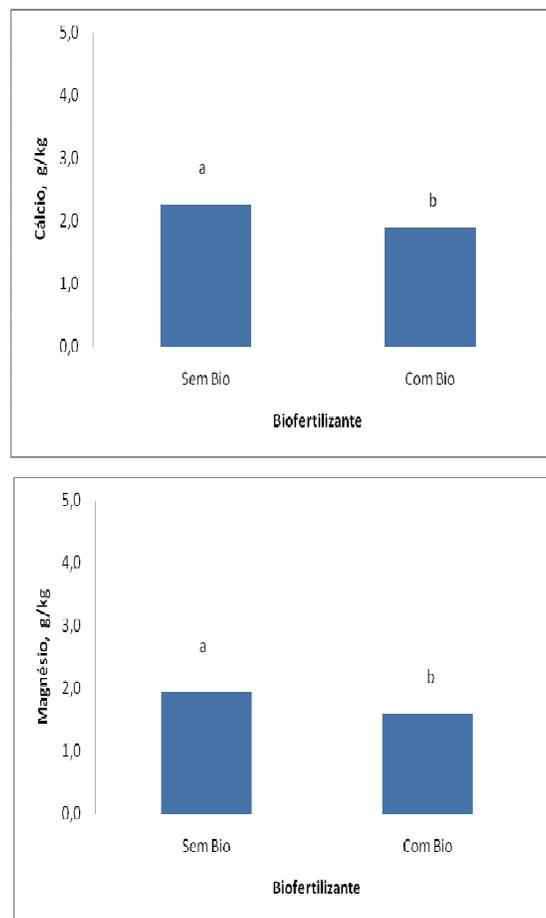


Figura 25 – Gráficos para os teores de cálcio e magnésio – tratamento aplicação de biofertilizante. Apodi-RN, 2009.

Houve efeito significativo apenas para o tratamento aplicação de biofertilizante na análise em plantas de arroz para os teores dos macroelementos cálcio e magnésio.

Com relação ao tratamento aplicação de biofertilizante, pode-se verificar na Figura 25 que tanto para o cálcio, quanto para o magnésio, sem aplicação de biofertilizante, os teores de cálcio e magnésio foram maiores nas plantas de arroz do que com a aplicação de biofertilizante.

Para o cálcio os teores médios obtidos na planta foram de $2,28 \text{ g.kg}^{-1}$, enquanto no tratamento com aplicação de biofertilizante, esse valor foi de $1,91 \text{ g.kg}^{-1}$. Para o magnésio no tratamento sem aplicação de biofertilizante, obteve-se o valor de 1,95 enquanto que para o tratamento com aplicação de biofertilizante, o valor médio encontrado foi de $1,61 \text{ g.kg}^{-1}$ (Figura 25).

Esses valores podem ser explicados, de significância para o tratamento sem aplicação do composto, em relação ao tratamento aplicação de composto, pelos baixos valores encontrados tanto para o composto como para o biofertilizante, nos teores desses elementos. No composto os valores encontrados nas análises de laboratório para cálcio ($10,74 \text{ g.kg}^{-1}$) e de magnésio de ($2,57 \text{ g.kg}^{-1}$), e no biofertilizante onde foram obtidos nas análises de laboratório teores de $2,28 \text{ g.kg}^{-1}$ de cálcio e de $1,27 \text{ g.kg}^{-1}$ de magnésio, são teores baixos.

Teores mais elevados desses elementos foram encontrados no solo e na água de irrigação. No solo foram encontrados valores de até $18,10 \text{ mg.dm}^{-3}$ de cálcio e de até 3,20 de magnésio, e na água de irrigação foram obtidos valores de $4,30 \text{ mmolc.L}^{-1}$ de cálcio e de $1,80 \text{ mmolc.L}^{-1}$ para o magnésio. Somente com a água de irrigação e durante todo o ciclo da cultura, seriam aplicados aproximadamente 155 kg.ha^{-1} de cálcio e 39 kg.ha^{-1} de magnésio.

No Apêndice 10A pode-se observar os resultados das ANAVAS para os micronutrientes (zinco, manganês, sódio e ferro).

Na Figura 26 pode-se observar os gráficos com relação ao desempenho das cultivares avaliadas (cultivar local e Santana dos Garrotes) com relação aos teores dos microelementos zinco e sódio.

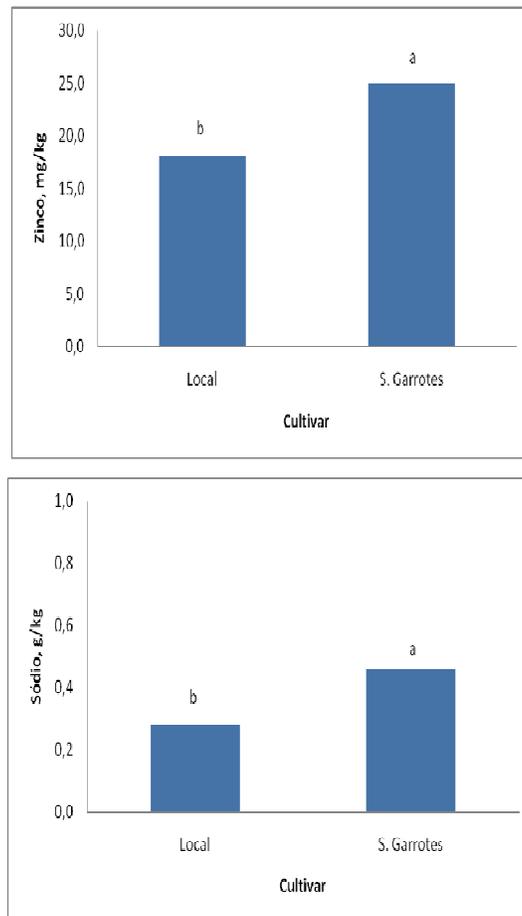


Figura 26 – Gráficos para o conteúdo dos micronutrientes zinco e sódio nas cultivares local e Santana dos Garrotes. Apodi-RN, 2009.

Houve efeito significativo apenas para os micronutrientes zinco e sódio ao nível de significância de 1% de probabilidade. Tanto para os teores de zinco como de sódio (Figura 26), pode-se observar na cultivar Santana dos Garrotes, que os teores na

planta foram maiores do que a cultivar local. Os teores médios na planta de zinco e sódio foram de aproximadamente 25,00 mg.kg⁻¹ e 0,46 g.kg⁻¹ na cultivar de Santana dos Garrotes, enquanto na cultivar local os teores de zinco e sódio foram de 18,14 mg.g⁻¹ e 0,28 g.kg⁻¹, respectivamente (Figura 26).

Valores significativos dos elementos sódio e zinco poderão ser atribuídos aos valores significativos desses elementos obtidos nas análises de solo e de água da unidade experimental, bem como do composto (no caso específico do zinco).

Somente em teor de sódio foram obtidos no solo e na água de irrigação, valores de até 218,6 mg.dm⁻³) no solo e de 11,40 mmolc L⁻¹ na água de irrigação. No composto orgânico um teor de zinco de 99,70 mg.kg⁻¹ foi obtido.

De modo geral, segundo Lopes, Volkweiss e Tedesco (1993) os macro e microelementos são assim absorvidos e exportados, em ordem de prioridade no arroz: Absorvidos: K>N>P>Mg>Ca>S>Na>Mn>Fe>Zn>Cu; Exportados: N>P>K>Mg>S>Ca>Fe>Mn>Zn>Cu, semelhantes aos valores obtidos neste trabalho. Para esses autores a partir da floração os teores na palha dos nutrientes que são translocados em pequena quantidade para os grãos, tendem a aumentar como é o caso de cálcio, magnésio, zinco, ferro, manganês e sódio. Elementos que são translocados em grande intensidade para os grãos como nitrogênio, fósforo, enxofre e cobre, diminuem bastante suas concentrações na palha do arroz pós florescimento da planta, para poder ocasionar o enchimento do grão.

Coefficientes de variação altos encontrados, acima de 20 %, classificando o experimento como de baixa precisão, podem ser explicados devido que em experimento campo são maiores, onde variáveis como material utilizado, tamanho parcela, cultivares utilizadas, manchas solo dentre outras poderão ocasionar limitações. Um outro fator de destaque são as variações provocadas pelo alagamento do solo, tornando-se muitas das vezes imprecisas as avaliações no diagnóstico da disponibilidade de nutrientes às plantas (POCOJESKI, 2007).

Maiores valores de coeficientes de variação, desvio padrão e variância para micronutrientes como ferro e zinco, decorrem segundo Guindani (2007) devido a grande disponibilização desses nutrientes na forma solúvel, e em casos semelhantes aos observados neste trabalho, onde os solos apresentaram altos teores de ferro (de até 169 mg.kg^{-1}) e manganês (de até 1140 mg.kg^{-1}), em níveis até considerados tóxicos, mas como a planta de arroz é tolerante a altas concentrações desses elementos, baixas disponibilidades nas folhas poderão estar sendo ocasionadas devido a precipitação desses elementos na solução do solo.

3.7. CONCLUSÕES

- a) A cultivar de Santana dos Garrotes foi superior a cultivar local no conteúdo dos elementos nitrogênio, potássio, fósforo, sódio e zinco;
- b) Os elementos potássio, magnésio, sódio e manganês situaram na faixa adequada de nutrientes requerida pelo arroz, enquanto os elementos nitrogênio, fósforo e cálcio, situaram no limite crítico, na avaliação após a colheita de grãos de arroz utilizando práticas agroecológicas;
- c) Com relação aos macronutrientes cálcio e magnésio houve efeito significativo no tratamento aplicação de biofertilizante, sendo que foram obtidos maiores valores desses elementos em plantas de arroz no tratamento sem aplicação de biofertilizante do que com aplicação de biofertilizante.

3.8. REFERÊNCIAS

AMARAL, A. dos S.; GONÇALVES, A. R. e GARDELLINO, R. A. Produção de arroz em função do teor de sódio no solo. **Lavoura Arrozeira**. v.45, n. 403, p.16-19. 1992.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F. e RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n.2, p. 165-174, 2003.

DINIZ FILHO, E. T.; MESQUITA, L. X.; OLIVEIRA, A. M. de.; NUNES, C. G. F. e LIRA, J. F. B. de. A prática da compostagem no manejo sustentável de solos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.2, n.2, p. 27-36. 2007.

DINIZ FILHO, E. T.; ERNESTO SOBRINHO, F.; SILVA, F. N. da.; MARACAJÁ, P. B. e MAIA, S. S. S. Caracterização e uso de solos em região Semi-Árida do Médio Oeste do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**. v. 22, n.3, p. 111-120. 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro:EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

FAGERIA, N. K.; FERREIRA, E.; PRABHU, A. S.; BARBOSA FILHO, M. P. e FILIPPI, M. C. **Seja o Doutor do seu arroz**. Encarte: Potafos. Arquivo do Agrônomo, nº 10. 1995.

FONTES, Paulo Cezar Rezende. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV. 2001. 122 p.

GARVIN, D. F.; WELCH, R. M. e FINLEY, J. W. Historical shifts in the seed mineral micronutrient concentrations of US hard red winter wheat germplasm. **Journal of the science of Food and Agriculture**. v. 86, n.13, p. 213-220. 2006.

GOMES, A. da S. e MAGALHÃES JR. de, A.M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 899p.

GUINDANI, R. H. P. **Dris para avaliação do estado nutricional do arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007. 89 p.

IBGE. Dados do município de Apodi/RN 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidades>. Acesso em: 29/11/2009.

IRGA. **Dados da safra: série histórica da área plantada, produção e rendimento.** 2005. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br>. Acesso em: 20/09/2007.

LOPES, M. S. Solos e adubação da cultura do arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira.** 43(391), p. 3-7. 1990.

LOPES, S. I. G.; VOLKWEISS, S. J. e TEDESCO, M. J. Acumulação de matéria seca e absorção de nutrientes pela cultura de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira.** v. 46, n. 411. p. 3-7. 1993.

MALAVOLTA. Eurípedes. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 638 p.

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O. S. dos.; AVILA, L. A. de. e SILVA, R. P. da. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Ciência Rural.** v. 31, n.6. p. 941-945. 2001.

MARIOT, C. H. P.; SILVA, P. R. F. da.; MENEZES, V. G. e TEICHMAN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 38, n. 2, p. 233-241, 2003.

MELISSA, Walter. **Composição química e propriedades antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto.** Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria. 2009. 119 p.

NUNES, Carlos Georg Fernandes. **Variabilidade espacial dos atributos que influenciam a produção de arroz vermelho irrigado no vale do Apodi-RN.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Semiárido. 2008. 56 p.

OLIVEIRA, J. Bertolo de. **Pedologia Aplicada.** 3. ed.. Piracicaba:FEALQ, 2008. 592 p.

PACHECO, C. B. e BAUMANN, J. C. **Apodi: um olhar em sua diversidade.** Natal: Ed. dos Autores. 2006. 364 p.

PEREIRA, José Almeida. **O arroz vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte. 90 p. 2004.

PEREIRA, José Almeida.; BASSINELLO, P. Z. e CUTRIM, V. dos A.; VALDENIR, Q. R. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**. v. 22, n.1. p. 243-248. 2009.

POCOJESKI, Elisandra. **Estimativa do estado nutricional de arroz irrigado por alagamento**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 95 p.

PROCHNOW, Rainer. **Alternativas tecnológicas para produção integrada de arroz orgânico**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. 2002. 177 p.

SILVA, F. de A. S. e AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUZA, Jacimar Luis de. e REZENDE, Patrícia Lacerda. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2ª ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 2006. 843 p.

4. CAPÍTULO III: Pesquisa participativa de apoio à produção agroecológica de arroz vermelho em Apodi: viabilidade econômica, principais impactos e resultados

4.1. RESUMO

A cultura do arroz no município de Apodi assume grande relevância, constituindo-se em uma das principais culturas que movimentam a economia nesse município. Nos últimos anos a produção vem decrescendo, devido principalmente ao manejo inadequado da cultura, desde o plantio até a comercialização. Apoiar a agricultura familiar sustentável no cultivo de arroz vermelho, com incremento na renda e no manejo sustentável da cultura, com pesquisa participativa na avaliação desde as características de solo, em um trabalho em rede que vem sendo realizado, foram objetivos da pesquisa. Foram comparados os tratamentos culturais recomendados pela literatura em agroecologia, utilizando-se a compostagem em quatro níveis de aplicação (0, 10, 20 e 30 ton.ha⁻¹), com e sem aplicação de biofertilizante, testando-se na produção de duas cultivares: cultivar local e a cultivar de Santana dos Garrotes. O experimento foi conduzido na comunidade rural de Reforma. As parcelas experimentais foram de 3,0 m de comprimento por 1,50 m de largura, com cinco linhas espaçadas de 0,30 m, e considerada como área útil a fileira central, eliminando-se 0,50 m em cada extremidade da fileira. Foi avaliada a característica de produção de grãos, bem como os principais impactos e resultados sob a óptica do produtor local, da produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas, comparando-se com o plantio que se vem realizando de maneira convencional. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados e os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 X 2 X 4. Como os custos totais (cultivo tradicional e agroecológico) só diferiram em relação aos tratamentos culturais, especificamente os custos com defensivos, adubação e irrigação, optou-se por utilizar o custo adicional na análise de viabilidade econômica, ou seja, o valor positivo ou negativo da diferença entre o custo total do sistema agroecológico em relação ao custo total do sistema convencional. No sistema agroecológico houve um lucro adicional de R\$ 555,00 (quinhentos e cinquenta e cinco reais). Logo como custos adicionais proporcionam receitas adicionais, economicamente o sistema agroecológico foi superior ao convencional, apresentando um lucro de quinhentos e cinquenta e cinco reais por hectare na produção de arroz vermelho. Outras vantagens foram apontadas além da econômica, como as vantagens sociais e ambientais: no sistema agroecológico diminuiu-se a aplicação de água de irrigação, não há aplicação de agrotóxicos portanto não prejudica a saúde do(a) trabalhador(a), do consumidor e do meio ambiente, nem também contamina-se o solo com aplicação de adubos químicos.

Palavras-chave: Arroz vermelho, viabilidade econômica, agroecologia.

Participative research to support the agroecological production of red rice in Apodi: economical viability, main impacts and results

4.2. ABSTRACT

Rice culture in Apodi has great relevance, being constituted in one of the main cultures that makes the economy grow up in this city. During the last years the production has been decreasing, owed mainly to the unsuitable handling of the culture, from the planting up to the marketing. Supporting the familiar sustainable agriculture in the cultivation of red rice, with growth in the income and in the sustainable handling of the culture, with participative research in the evaluation from the ground characteristics, in a network that has been carried out, these subjects were objectives of the research. The cultural dealings recommended by the literature in agroecologia were compared, the composting was used in four levels of application (0, 10, 20 and 30 ton.ha⁻¹), with and without biofertilizer application, tested in the production of two cultivars: local cultivar and the cultivar from Santana dos Garrotes. The experiment took place in the rural community of Reforma. The experimental pieces were of 3,0 m length and 1,50 m width, with five spaced lines of 0,30 m, the central row was considered as a useful area, removing 0,50 in each extremity of the row. The grain production characteristic was evaluated, as well as the main impacts and results under the local producer optics, of the production of red rice using agroecologicals practices, in comparison to the planting that has been happening in a conventional way. The experimental delineation was based on casualized blocks and the treatments were analyzed in an factorial project 2 X 2 X 4. The total costs (traditional cultivation and agroecological) differed regarding to the cultural dealings, specifically the costs with protections, fertilizing and irrigation so the additional cost was used in the analysis regarding to the economical viability, in other words, the positive or negative value of the difference between the total cost of the agroecological system regarding to the total cost of the conventional system. There was an additional profit of R\$ 555,00 (five hundred and fifty five reais) regarding to the agroecological system. The additional costs provided additional receipts, so the agroecological system was superior to a conventional one regarding to the economy, presenting a profit for five hundred and fifty five reais for hectare in the red rice production. Other advantages were pointed besides the economical one, like the social and environmental advantages: in the agroecological system reduces the application of irrigation water, there is no application of pesticides so it does not damage the worker. consumer and environment health, not also the ground is contaminated with chemical manure application.

Key words: Red Rice. Economical viability. Agroecology

4.3. INTRODUÇÃO

A pesquisa participativa difere da convencional por envolver em todas as etapas da pesquisa as pessoas, ou grupos diretamente trabalhados, por isso, a denominação de participativa, pois deverá envolver todos(as) desde a fase de diagnóstico até as fases de execução e avaliação da pesquisa.

Em agroecologia é fundamental a participação, e mais ainda a execução, de pesquisas participativas tendo em vista um dos principais problemas da agroecologia ser a realização de poucas pesquisas que possam subsidiar, sistematizar, às diversas experiências e práticas agroecológicas.

Em Apodi importante apoio a cadeia produtiva do arroz vermelho vem sendo desenvolvido com envolvimento de várias entidades no sentido de organização dos(as) produtores(as), de modo que já se conseguiu organizar uma associação e viabilizar a construção do plano de negócio dessa importante cadeia produtiva local.

O plano de negócio contém ações e projetos de desenvolvimento da cadeia produtiva do arroz vermelho. Dentre as várias ações colocadas pelos sócios da associação de produtores de arroz vermelho do vale do Apodi, tem-se a realização de pesquisas participativas na linha agroecológica, de modo que desde o ano de 2006, que o SEAPAC vem realizando pesquisas nessa área.

Estudos vem apontando a necessidade de pesquisas envolvendo a linha ambiental para que se possa produzir com sustentabilidade, como por exemplo os estudos de Oliveira (2008) avaliando a produção de melão na região de Mossoró, onde se constatou que a produção de melão está exaurindo a diversidade ecológica pelo modelo tecnológico adotado, semelhante ao modelo que vem sendo adotado em Apodi.

Por outro lado, segundo Pontes et al. (2007), principalmente nos dias de hoje, pesquisas na linha agrônômica deverão obrigatoriamente realizar estudos de viabilidade econômica, sob pena de que as descobertas ou conclusões alcançadas nas pesquisas não servirem de parâmetros confiáveis na hora da tomada de decisão. Poder-

se-á, por exemplo, se estar optando por sistemas, tecnologias ou modelos que teoricamente ou na prática foram testados e foram superiores para determinadas ações, mas economicamente serem inviáveis pelos custos de produção ou outros fatores que não foram avaliados em uma análise econômica.

Foi nesse sentido que se realizou análise de viabilidade econômica, bem como foram avaliados os principais impactos e resultados sob a óptica do produtor local, da produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas, comparando-se com o plantio que se vem realizando de maneira convencional, na perspectiva de se iniciar um período de transição local para essa importante cultura.

4.4. REVISÃO DE LITERATURA

4.4.1. A importância da Pesquisa Participativa e análise de viabilidade econômica em ações de desenvolvimento local

A pesquisa participativa difere basicamente da pesquisa convencional devido incluir o envolvimento de todos os atores em todas as fases, desde o diagnóstico até a avaliação da pesquisa. “Inclui a população nos processos de tomada de decisão, na implementação de programas, seu compartilhamento nos benefícios dos programas de desenvolvimento e seu envolvimento nos esforços de avaliação de tais programas” (de BOEF e THIJSEN, 2007).

Bentley (1994), um antropólogo norte americano, realizou trabalhos de campo com camponeses portugueses e rancheiros de gado do Arizona, sob a visão que ele denominou de *Farmer participatory Research* (FPR), onde ressaltou a noção de que pesquisas com a participação de agricultores iniciaram com os trabalhos de Stephen Biggs, Robert Rhoades e Paul Richards publicados durante a década de 1980. Desde então essa temática, linha de pesquisa, começa a fazer parte em de várias pesquisas no meio científico-participativo.

É muito importante se realizar pesquisas participativas principalmente ao se trabalhar com grupos, populações, onde se desenvolverá ação para várias pessoas, e em trabalhos objetivando-se a sustentabilidade. Para Furtado e Furtado (2000) a implantação e o desenvolvimento da metodologia de trabalho de construção coletiva (...) deverá envolver todos os participantes em um amplo processo que supõe uma atitude de pesquisa e exige compreensão, leitura, interação de todos os atores em todos os níveis.

A participação deverá acontecer em todas as fases, a começar pela definição dos problemas na etapa do diagnóstico, na implantação da pesquisa e nas etapas de monitoramento e avaliação; deverá começar e estar associada a uma mudança de atitude do investigador(...) quando se aceita, se respeita o conhecimento local. A partir

daí os processos de intervenção, de desenvolvimento e de pesquisa tornam-se mais efetivos (BOEF e THIJSSSEN, 2007).

É importante e básico em uma pesquisa participativa o reconhecimento dos atores locais para acontecer o empoderamento. Com o envolvimento as ações acontecerão a contento, com participação (EVERETT, 2001). Para este autor não se pode desprezar, a pesquisa científica. A pesquisa científica subsidiará, servirá de ferramenta importante que, juntamente com a participação dos atores locais, acontecerão às mudanças nos diversos cenários.

Para Hick (1997) a pesquisa participativa passou a fazer parte dos trabalhos, da atenção de pesquisadores(as) da assistência social e consultores de modo geral. É através da pesquisa participativa que se pode avaliar o envolvimento das pessoas, facilitando por conseguinte, a transformação das estruturas opressoras.

Com intuito conhecimento, interação, valorização, empoderamento, a pesquisa participativa em arroz agroecológico foi desenvolvida em Apodi em uma parceria da Associação dos Pequenos Produtores do Sítio Reforma, Serviço de Apoio aos Projetos Alternativos Comunitários – SEAPAC, Projeto Dom Helder Câmara e a Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRS, como proposta de início de uma fase de transição agroecológica.

A proposta da pesquisa surgiu da necessidade de se unir o conhecimento empírico e ao científico, em apoio a uma importante cadeia produtiva municipal que é a produção de arroz vermelho, em uma vale com ricos potenciais edafoclimáticos e hídricos, perpassando por dois paradigmas: construtivista e participativo. É participativa devido a uma ação que já vem sendo desenvolvida há vários anos, com envolvimento local, construindo com o grupo, com vista a uma produção agroecológica; é construtivista devido à postura do investigador e o controle da pesquisa que estão sendo compartilhados.

A pesquisa participativa iniciou através dos diagnósticos de elaboração dos planos de desenvolvimento das comunidades, passando pelos planejamentos do

Sindicato dos Trabalhadores Rurais e pelo Fórum da Agricultura Familiar, resultando na criação da associação dos produtores de arroz vermelho (Figura 27), plano de negócio da cadeia do arroz (Figura 28). Foi uma pesquisa pioneira, principalmente quando se trata de pesquisas relacionadas à agroecologia em uma linha participativa, envolvendo todos(as) desde a fase de diagnóstico até a experimental, esperando-se iniciar um processo de transição a médio e longo prazos.



Figura 27 – Sócios da associação dos produtores de arroz vermelho do Vale do Apodi – APAVA na fundação da associação. Foto: SEAPAC, 2005.



Figura 28 – Sócios da APAVA na oficina de elaboração do Plano de Negócio da cadeia produtiva do arroz. Foto: SEAPAC, 2009.

Norton et al. (1999), avaliaram métodos e a introdução da pesquisa participativa com agricultores nas Filipinas no Manejo Integrado de Pragas - MIP. Para estes autores os bons resultados advindos devem-se ao fato dos agricultores já possuírem um bom nível de conhecimento quanto ao manejo das pragas, por possuírem grande demanda (devido ao excesso de pragas) e pelo interesse nos experimentos. Colocaram ainda que o método de pesquisa “*on-farm*” para o MIP, vai além das fronteiras da propriedade, da região local ou até mesmo do país.

Outros fatores além da fazenda e estação de pesquisa influenciam a geração e adoção de tecnologias e estratégias no MIP. As conexões entre fazendeiros, cientistas, consumidores, banqueiros, propagandistas e políticos, também fixam prioridades administrativas e avaliativas no MIP (NORTON, RAJOTTE e GAPUD, 1999). O manejo integrado de pragas com a participação e consideração dos saberes e

participação dos agricultores locais passou a ser utilizado principalmente em países em desenvolvimento. Segundo Erbaugh (2002) surgem como novos métodos que buscam combinar o conhecimento de agricultores tradicionais com o conhecimento científico específico para vencer limitações/prejuízos devido ao ataque de pragas.

Um outro desafio enfrentado por produtores(as) rurais no desenvolvimento rural sustentável, na agroecologia e na agricultura familiar, está no melhorando do manejo da fertilidade de solos (ONDURU et al, 2001). O Programa de Gerenciamento de Solos desenvolvido no Kênia analisou as questões nutricionais, combinadas com o desempenho econômico, para compreender melhor as causas e os efeitos no declínio da fertilidade de solo. De modo geral as melhores práticas de gestão da fertilidade de solo foram desenvolvidas usando o processo participativo no desenvolvimento da tecnologia.

Um outro processo de pesquisa/ação participativo foi desenvolvido por ESPGRN (Equipe de Sistemas Produção e Gestão de Recurso Naturais). Este processo permitiu que os produtores juntamente com os pesquisadores analisassem e compreendessem as estratégias e práticas de manejo da fertilidade de solo empregada pelos produtores, para juntos identificarem tecnologias sustentáveis. O objetivo foi orientar os fazendeiros para melhorarem suas práticas de manejo do solo (DEFOER et al., 1994).

Estudo semelhante, foi desenvolvido em Mossoró de avaliação da sustentabilidade técnico-ambiental da produção de melão, com ênfase ao controle fitossanitário das moscas branca e minadora por Oliveira (2008). Nesse estudo concluiu-se que, dentre outros fatores, o monocultivo, o uso elevado de agrotóxicos e adubos sintéticos, estão impactando o plantio de melão na região de Mossoró, revelando a necessidade de mais pesquisas, e pesquisas envolvendo outras linhas, como por exemplo, a social e ambiental, para que a produção de melão possa crescer com sustentabilidade. “a produção de melão na região está com sua diversidade ecológica e propriedades biofísicas sendo exauridas pelo modelo tecnológico

adotado(...) cada vez mais está ficando difícil o controle de pragas e doenças”, encarecendo os custos de produção, de modo que, por exemplo, a mosca minadora, um inseto que não era considerado praga no passado, passou a se tornar praga, revelando que, na produção agrícola, cada vez mais deverá se avaliar todo um ambiente que envolve a produção, para poder se produzir com sustentabilidade.

Segundo Pontes et al. (2007) principalmente nos tempos atuais, os resultados da pesquisa agrônômica, deverão obrigatoriamente ser legitimados, investigados, nos aspectos econômicos, sob pena de novas tecnologias descobertas não servirem de parâmetros na hora de tomadas de decisão. Para esses autores somente teorias que ofereçam ao tomador de decisão referencial metódico/lógico, tendo por base a relação benefício/custo no uso dos recursos econômicos é que se poderá avaliar a viabilidade econômica na hora de adoção de novas tecnologias.

4.5. MATERIAL E MÉTODOS

4.5.1. Análise de viabilidade econômica

A atividade agropecuária de modo geral, admite diversas modalidades de abordagens econômicas, conforme a perspectiva de análise a ser adotada. De acordo com os objetivos do trabalho foram avaliados os custos de produção e as medidas de resultado econômico referentes à produção conforme metodologias propostas por Reis (2002), Vale e Maciel (1998), Leite (1998) e Deleo (2007).

Como os custos totais, para as duas modalidades de cultivo (tradicional e agroecológico), só diferiram em relação aos gastos com tratamentos culturais, especificamente relativos a defensivos, adubação e irrigação, optou-se por usar o conceito de custo adicional, ou seja, o valor, positivo ou negativo, da diferença entre o custo total do sistema agroecológico em relação ao custo total do sistema convencional.

Por se tratar de valor relativo, o custo adicional, como mencionado, poderá apresentar valor negativo, caso em que o custo total dos tratamentos culturais (custos com defensivos, adubação e irrigação) do sistema tradicional supere os correspondentes custos do sistema agroecológico. Para simplificação dos cálculos dos custos adicionais, considerou-se a diferença entre os custos diferenciados de cada sistema, ou seja, os custos referentes a defensivos, adubação e irrigação, conforme dados da Tabela 17.

Tabela 17- Custos diferenciados dos sistemas agroecológico e tradicional * para 1 hectare de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Item de despesa**	Sistema convencional (R\$ 1,00)	Sistema agroecológico (R\$ 1,00)
1. Tratos culturais		
1.1. Controle ervas daninhas		
1.1.1. Herbicidas	175,00	-
1.1.2. Mão-de-obra	40,00	-
1.2. Controle de insetos pragas		
1.2.1. Inseticidas	140,00	-
1.2.2. Mão-de-obra	160,00	-
1.3. Adubação em cobertura		
1.3.1. Uréia	320,00	-
1.3.2. Mão-de-obra	80,00	-
1.4. Energia na irrigação	360,00	-
TOTAL	1.275,00	-
1. Tratos culturais		
1.1. Confeção e aplicação do composto		
1.1.1. Mão-de-obra	-	340,00
1.2. Confeção e aplic. biofertilizante		
1.2.1. Mão-de-obra	-	140,00
1.3. Capinas manual	-	120,00
1.4. Energia na irrigação	-	120,00
TOTAL	-	720,00

* Dados de outubro de 2009. ** Herbicida (propanil); inseticidas (tamaron e lanate).

4.5.2. Análise dos principais resultados e impactos do trabalho

Para se avaliar os principais resultados e impactos do trabalho foi aplicado um questionário com o agricultor experimentador, que além de ser sócio da APAVA, é sócio da associação de Reforma, e se interessou pela realização da pesquisa. O questionário encontra-se no Apêndice 1B.

4.6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.6.1. Análise de viabilidade econômica

Da mesma forma, e seguindo o mesmo raciocínio, foi utilizado na apresentação dos resultados. O conceito de receita adicional – excesso ou déficit de receita, do sistema agroecológico em relação ao custo total do sistema convencional. A partir dos dois conceitos obteve-se o lucro adicional – receita líquida adicional do sistema agroecológico em relação ao custo total do sistema convencional. O pressuposto econômico que alicerça a forma de apresentar os dados da pesquisa é o seguinte: como os custos de produção de cada sistema só se diferenciam um do outro por alguns itens específicos de despesa, a receita adicional do sistema agroecológico tem origem nos custos diferenciados que, na apresentação dos resultados, são denominados custos adicionais. Resumidamente, custos adicionais proporcionam receitas adicionais.

Esquemáticamente, pode-se representar a relação entre custos e receitas adicionais da seguinte forma:

$$\Delta (\text{nos tratos culturais}) \Rightarrow \Delta (\text{nos custos totais}) \Rightarrow \Delta (\text{na receita total})$$

Em que Δ representa variação relativa. De acordo com o esquema acima, uma variação na forma de colher, relativa a um modo específico, gera variação relativa nos custos (para mais ou para menos, ou seja, positiva ou negativa) que, por sua vez, determina alteração relativa na receita, no mesmo sentido ou em sentido inverso.

As medidas de resultados econômico empregadas na análise foram: receita total (preço vezes a quantidade de produto obtida em cada sistema de colheita), receita adicional (como conceituada acima) e lucro adicional, diferença entre receita adicional e o custo adicional do sistema agroecológico (Quadro 19). Este último indicador corresponde à parcela ou fração de lucro que, somada ao lucro total do sistema de colheita de referencia (sistema convencional), gera o lucro total do sistema agroecológico.

Quadro 19 – Lucro adicional referente aos dois sistemas comparados na pesquisa participativa. Apodi-RN, 2009.

Indicadores R\$.ha ⁻¹	Práticas de cultivo ¹	
	Sistema tradicional	Sistema agroecológico
RT ²	3.120,00	3.120,00
RA ³	-	-
CD ⁴	1.275,00	720,00
CA ⁵	-	- 555,00
LA ⁶	-	555,00

Fonte: dados da pesquisa

¹ Defensivos, adubação e irrigação.

² Receita Total.

³ Receita Adicional – diferença entre receita total do sistema agroecológico e receita total do sistema tradicional.

⁴ Custo Diferenciado – custo referentes à despesas com defensivos, adubação e irrigação.

⁵ Custo Adicional – diferença entre o custo diferenciado do sistema agroecológico e o custo diferenciado do sistema convencional.

⁶ Lucro Adicional – diferença entre receita adicional e o custo adicional.

Conforme se pode observar no Quadro 19, no sistema agroecológico houve um lucro adicional de R\$ 555,00 (quinhentos e cinquenta e cinco reais). Logo custos adicionais proporcionam receitas adicionais.

4.6.2. Principais resultados e impactos da pesquisa participativa de produção de arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas em Apodi

Segundo o Sr. João Batista M. Moraes (agricultor experimentador), como são chamados(as) os(as) produtores(as) que desenvolvem pesquisas participativas, no meio rural, o arroz vermelho tem sido sua principal fonte de renda, seu meio de vida. De modo geral as condições locais são favoráveis: o solo local é apropriado para o plantio de arroz, a palha serve de alimento para o gado, o que o faz está satisfeito com o

cultivo de arroz, nos 15 anos que vem cultivando arroz vermelho em três hectares de terra na comunidade rural de Reforma.

Para João Batista os principais problemas atualmente enfrentados por ele na produção de arroz vermelho são os custos altos com energia elétrica e mão-de-obra, preço baixo e oscilante do alqueire de arroz, e a falta de apoios principalmente relacionados a crédito e a tecnologias que possam diminuir aplicação de água no solo e diminuir os custos de produção. Alguns sintomas desses problemas que vem se acumulando são visíveis como os impactos negativos no solo, e na saúde do trabalhador.

Com relação à saúde do trabalhador tanto o Sr. João Batista vem sofrendo impactos negativos devido a aplicação de agrotóxicos, como também conhece outras pessoas que vem passando por problemas de saúde semelhantes na região. A aplicação de agrotóxicos que tem sido realizada sem orientação técnica, sem utilização de todos equipamentos de proteção individual necessários a essa prática, como também a compra que é realizada sem receituário agrônomo e muitas das vezes o produto e a dosagem a serem aplicados são recomendados no balcão da loja, vêm ocasionando vários danos à saúde humana como também ao meio ambiente.

Não tardou muito e os problemas de saúde apareceram. O Sr. João Batista tem sinusite, de modo que só em sentir o cheiro de “veneno” lhe dar logo cefaléia (dor de cabeça), tonturas, e somente após aparecerem os primeiros sintomas foi que o mesmo passou a utilizar os equipamentos de proteção individual (máscara, botas, macacão, luva). Em outras pessoas de seu conhecimento algumas chegaram a desenvolver até mesmo caroços nas costas e outras têm problemas de audição. Associados aos problemas de saúde, vêm os problemas ambientais, pois tem sido comum a lavagem tanto de equipamentos de proteção individual como do próprio pulverizador costal no local de plantio do arroz ou próximo a fontes de água.

Com relação a cultivar de arroz vermelho utilizada, vem sendo plantada a cultivar Morada Nova. O nome Morada Nova é devido a região de onde vieram as sementes localizada no Estado da Paraíba.

Quando perguntado se valeu apenas o plantio de arroz utilizando práticas agroecológicas, o Sr. João Batista disse que sim. Disse que valeu apenas...:

“...Pode-se vê a diferença nos custos de produção, são mais baratos devido não haver gastos com adubos químicos, veneno, o custo com energia elétrica diminui, embora o custo com mão-de-obra aumente, mas se ganha por não está acabando o solo, faz é fortalecer o solo, e não tem implicações na saúde do trabalhador”
(Sr. João Batista – agricultor experimentador).

Com relação as principais diferenças observadas no experimento com relação aos tratamentos aplicados, o Sr. João Batista respondeu que onde se colocava o composto e o biofertilizante a planta crescia mais, ficava mais verde, o rendimento era melhor, de modo que era visível a diferença; onde não se colocava (composto e biofertilizante) o arroz crescia menos. De modo geral não houve ataque de pragas e doenças, o solo agüentava o molhado, tendendo a melhorar cada vez mais.

Para João Batista (Agricultor Experimentador) também vale apenas produções agroecológicas de arroz, devido não acontecerem impactos negativos na saúde do(a) produtor(a) rural nem na saúde do consumidor e do meio ambiente. O meio ambiente cada vez mais faz é melhorar como o solo e a água. A aplicação de água chega a diminuir em até três vezes, devido o solo conservar o molhado. Para se produzir o composto e o biofertilizante, utiliza-se os próprios materiais local, não precisa vir nada de fora, sendo mais prático e viável.

É muito interessante se avaliar os impactos ambientais (negativos e positivos), principalmente com relação ao cultivo de arroz, pois segundo Bottini (2008) se utiliza tanta água na irrigação do arroz, que se reduzisse uma quantidade de água de 10 % na produção de arroz, economizar-se-ia metade da água utilizada na produção agrícola mundial, pois são necessários em média 1.000 litros de água para a obtenção de 150

gramas de arroz beneficiado, de modo que os cultivos irrigados de arroz vem preocupando cada vez mais devido o alto uso de agrotóxicos.

Sobre as potencialidades e oportunidades (tanto internas como externas) que estão surgindo tanto localmente como regionalmente, a exemplo das pesquisas que foram realizadas, outros fatores foram apontados como a água (tanto em quantidade como em qualidade), o solo fértil e adaptado, material para produção de adubos orgânicos (quantidade e qualidade), assessoria técnica permanente do Projeto Dom Helder Câmara – PDHC/SEAPAC, a organização local: associação, cooperativa, Sindicato dos Trabalhadores Rurais, programas governamentais como o Programa de Aquisição de Alimentos e o PRONAF do Governo Federal e o Programa Desenvolvimento Solidário do Governo do Estado, além das Universidades que estão se inserindo e apoiando como a Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA e a Universidade Estadual do Rio Grande do Norte – UERN.

As principais sugestões apontadas pelo agricultor experimentador de apoio a produção de arroz vermelho em Apodi, para os gestores públicos, foram: incentivos a produtores(as) com crédito subsidiado, garantia do preço mínimo e aquisição de todo o produto e não somente de parte da produção, assistência técnica permanente e mais ações/pesquisas em novas tecnologias que possam minimizar os impactos ambientais da produção de arroz como adubações orgânicas, sementes, irrigação, agroecologia e coloca como muito importante que pesquisas como as que foram realizadas continuem.

4.7. CONCLUSÕES

- a) Economicamente o sistema agroecológico foi superior ao convencional, apresentando um lucro adicional de R\$ 555,00 (quinhentos e cinquenta e cinco reais)/hectare;
- b) Na avaliação do agricultor experimentador valeu apenas a produção agroecológica de arroz vermelho, devido além de uma maior rentabilidade, não há impactos negativos na saúde do trabalhador, do consumidor e do meio ambiente.

4.8. REFERÊNCIAS

BENTLEY, Jeffery W. Facts, fantasies, and failures of farmer participatory research. **Agriculture and Human Values**. Springer Netherlands. v. 11, n. 2-3, p. 140 – 150, 1994. Disponível em: <http://www.springerlink.com>. Acesso em: 29/12/2009.

BOEF, W. W. de. e THIJSSSEN, M. H. **Ferramentas participativas no trabalho com cultivos, variedades e sementes**: Um guia para profissionais que trabalham com abordagens participativas no manejo da agrobiodiversidade, no melhoramento de cultivos e no desenvolvimento do setor de sementes. Wageningen, Wageningen Internacional, 2007. 87 p.

BOTTINI, R. Lúcia. **Arroz**: história, variedades e receitas. São Paulo: SENAL. 2008. 385 p.

DEFOER, T.; HILHORST, T.; KANTÉ, S. e DIARRA S. Analysing the diversity of farmers strategies. **ILEIA Newsletter**. Vol. 11 No. 2 p. 9. 1994.

DELEO, J. P. B. Se eu calcular todos os custos, desisto da roça. **Brasil Hortifruti**. Piracicaba, v. 56, n. 5, p. 6-13, 2007.

ERBAUGH, J. M.; DONNERMEYER, J.; KIBWIKI, P. e KYAMANYWA, S. An assessment of the integrated pest management collaborative research support project's (ipm crsp) activities in Uganda: impact on farmers' awareness and knowledge of ipm skills. **African Crop Science Journal**. v. 10, N. 3, P. 271 – 280, 2002. Disponível em <http://www.bioline.org.br>. Acesso em: 07/01/2009.

EVERETT, Yvonne . Participatory Research for Adaptive Ecosystem: A Case of Nontimber Forest Products. **Management' Journal of Sustainable Forestry**. v.13:1, p. 335 – 357, 2001. Disponível em: <http://www.informaworld.com>. Acesso em: 21/01/2009.

FURTADO, R. e FURTADO, E. **A intervenção participativa dos atores – INPA**: Uma metodologia de capacitação para o desenvolvimento sustentável. Brasília: IICA, 2000. 180 p.

HICK, Steven. Participatory Research: An Approach for Structural Social Workers. **Journal of Progressive Human Services**. v. 8:2, p. 63 – 78, 1997. Disponível em: <http://www.informaworld.com>. Acesso em: 23/01/2009.

LEITE, C. A. M. **Planejamento da Empresa Rural**. Brasília: 1998. 66p. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, v. 4).

NORTON, G.W.; RAJOTTE E.G. e GAPUD, V. Participatory research in integrated pest management: Lessons from the IPM CRSP. **Agriculture and Human Values**. Springer Netherlands. v. 16, n. 4, p. 431- 439, 1999. Disponível em: <http://www.ingentaconnect.com>. Acesso em: 06/01/2009.

OLIVEIRA, Alan Martins de. **Sustentabilidade técnico-ambiental da produção de melão na zona homogênea mossoroense, com ênfase ao controle fitossanitário das moscas branca e minadora**. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Semiárido. 2008. 177 p.

ONDURU, D.; De JAGER, A.; GACHINI, G. e DIOP Jean-Marie. Exploring new pathways for innovative soil fertility management in Kenya. **Managing Africa's Soils**. N. 25, may 2001.

PONTES, Frederico Silva Thé.; PONTES FILHO, F. S. T.; PONTES, F. M.; GUERRA, A. M. N. de M. e PEREIRA, T. F. C. O valor dos serviços da natureza no cálculo dos custos de produção agrícola. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 2, n. 1. p. 25-32. 2007.

REIS, R. Pereira. **Fundamentos de Economia Aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 95p. (Textos Acadêmicos).

VALE, S. M. e MACIEL, M. **Administração Rural**. Brasília: 1998. 66p. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, v. 2).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Valeu apena. Com essa afirmativa que foi mencionada pelo agricultor experimentador João Batista Marinho Morais, faz-se questão de iniciar as considerações finais deste trabalho.

Venceu-se um desafio. Deu-se um grande passo. O primeiro? Primeiro sim com relação à pesquisa participativa com arroz vermelho utilizando práticas agroecológicas, um trabalho pioneiro e que contribuirá de fato para apresentar soluções para determinado problema, como foram os problemas apresentados e as soluções até o momento apontadas, e os primeiros frutos colhidos, no apoio a APAVA.

Um trabalho que está sendo construído em Apodi há vários anos, com envolvimento de todos os atores do meio rural, como também de instituições parceiras como o SEAPAC, o Projeto Dom Helder Câmara, as Universidades: UFERSA e UERN, Cooperativas de Assessoria Técnica como a CTA (Cooperativa dos Trabalhadores Autônomos), Governos Federal e Estadual, dentre outros.

O sistema de plantio agroecológico superou o convencional. Foram várias as vantagens principalmente a econômica, ambiental e social. “utiliza-se como adubo, materiais que são do próprio local (não vem nada de fora)”; “a quantidade de água aplicada é reduzida (irrigava-se de três em três dias)”; “não prejudica a saúde do(a) trabalhador(a) rural nem do consumidor (o produto é limpo)”. Frases que foram colocadas pelo agricultor experimentador que apontam a vantagem da produção agroecológica.

Avaliando-se as cultivares, tinha-se empiricamente a hipótese de que a cultivar 2 (Santana dos Garrotes) iria superar a cultivar 1 (Local), como superou, a hipótese foi comprovada, talvez devido o arroz ter vindo de um local que há mais de 300 anos se cultiva arroz vermelho agroecológico, e a cultivar local vir de um sistema de produção convencional.

No Vale do Piancó – PB, cerca de 5000 hectares de arroz vermelho são cultivados anualmente sem adubos sintéticos e agrotóxicos, em aproximadamente 15

municípios. Somente em Santana dos Garrotes (município visitado no intercâmbio realizado) produz-se aproximadamente 1000 toneladas de arroz vermelho/ano, com uma produtividade média de 1800 a 3200 kg.ha⁻¹ de arroz vermelho, em sequeiro.

O sistema de produção é tão antigo, na linguagem atual, que produtores(as) armazenam as sementes de arroz vermelho em sacos de palha de carnaúba, e as sementes se mantêm viáveis por até seis anos; a colheita de arroz é manual e quando perguntados o por que de plantarem arroz vermelho os produtores responderam que é devido a tradição, devido a superioridade em sabor do arroz vermelho sobre o branco, a adaptação às condições de clima Semiárido, ser mais produtivo e nutricional.

Deu-se, portanto, o primeiro passo e com certeza o trabalho continuará. Na comunidade de Reforma começou com um agricultor. Ao final outra pessoa ficou interessada, de modo que se continuará o trabalho em pequenas unidades demonstrativas avaliando práticas agroecológicas que possam ao final ser transformadas em grandes áreas de produção sustentáveis, para que assim todos saiam ganhando: natureza e humanidade, criaturas criadas com o propósito de viverem em harmonia por um Pai Onipotente.

6- APÊNDICE

APÊNDICE A: Análises de Variância

APÊNDICE – 1A: Análise de variância para a Altura de Planta. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
Blocos	3	136,00	45,33	0,72 ns
Cultivar (Cult)	1	28.580,86	28.580,86	456,27 **
Biofertilizante (Bio)	1	18,63	18,63	0,29 ns
Composto (Comp)	3	588,30	196,10	3,13 **
Cult. x Bio.	1	2,13	2,13	0,03 ns
Cult. x Comp.	3	208,26	69,42	1,11 ns
Bio. x Comp.	3	150,05	50,02	0,80 ns
Resíduo	48	2357,58	62,64	
Total	63	32.690,99		
CV (%)	8,41			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ns = não significativo

APÊNDICE 2A - Análise de variância para peso médio de 100 grãos. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
Blocos	3	0,33	0,11	2,04 ns
Cultivar (Cult)	1	2,11	2,11	39,77 **
Biofertilizante (Bio)	1	0,02	0,02	0,31 ns
Composto (Comp)	3	0,54	0,18	3,39 --
Cult. x Bio.	1	0,13	0,13	2,49 ns
Cult. x Comp.	3	0,15	0,05	0,95 ns
Bio. x Comp.	3	2,28	0,76	14,28 **
Resíduo	48	2,39	0,05	
Total	63	9,61		
CV (%)	9,83			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ns = não significativo

APÊNDICE 3A - Análise de variância para o comprimento de panículas. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
Blocos	3	8,40	2,80	1,42 ns
Cultivar (Cult)	1	5,43	5,43	2,75 ns
Biofertilizante (Bio)	1	25,41	25,41	12,89**
Composto (Comp)	3	91,79	30,60	15,53 **
Cult. x Bio.	1	17,87	17,87	9,07**
Cult. x Comp.	3	11,19	3,73	1,89 ns
Bio. x Comp.	3	20,32	6,77	3,43 *
Resíduo	48	94,69	1,97	
Total	63	275,11		
CV (%)	9,22			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ^{ns} = não significativo

APÊNDICE 4A - Análise de variância para o número de grãos/panícula. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
Blocos	3	30,05	10,02	0,43 ns
Cultivar (Cult)	1	1173,94	1173,94	50,02 **
Biofertilizante (Bio)	1	677,93	677,93	28,88 **
Composto (Comp)	3	1549,34	516,45	22,00 **
Cult. x Bio.	1	5,20	5,20	0,22 ns
Cult. x Comp.	3	368,92	122,97	5,24 **
Bio. x Comp.	3	59,24	19,75	0,84 ns
Resíduo	48	1126,73	23,47	
Total	63	4991,36		
CV (%)	11,07			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ^{ns} = não significativo

APÊNDICE 5A - Análise de variância para o número de panículas. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
Blocos	3	14,00	4,67	1,95 ns
Cultivar (Cult)	1	177,76	177,76	74,18 **
Biofertilizante (Bio)	1	2,78	2,79	1,16 ns
Composto (Comp)	3	80,11	26,71	11,15 --
Cult. x Bio.	3	4,00	4,00	1,67 ns
Cult. x Comp.	1	27,73	9,25	3,86 *
Bio. x Comp.	3	7,48	2,50	1,04 ns
Resíduo	45	107,84	2,40	
Total	63	426,88		
CV (%)	7,93			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ns = não significativo

APÊNDICE 6A - Análise de variância para produção de grãos. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F
Blocos	3	0,22	0,07	1,24 ns
Cultivar (Cult)	1	0,09	0,09	1,63 ns
Biofertilizante (Bio)	1	0,69	0,69	11,84 **
Composto (Comp)	3	29,91	9,97	171,43 **
Cult. x Bio.	1	0,13	0,13	2,15 ns
Cult. x Comp.	3	1,11	0,37	6,37 **
Bio. x Comp.	3	0,49	0,16	2,79 ns
Resíduo	48	2,67	0,06	
Total	63	35,30		
CV (%)	6,43			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ns = não significativo

APÊNDICE 7A – Resultados da análise de variância das matérias fresca e seca.
Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

FV	GL	SQ	QM	F
(matéria fresca)				
Blocos	3	0,00099	0,00033	1,1421 ns
Cultivar (Cult)	1	0,01065	0,01065	37,0116 **
Biofertilizante (Bio)	1	0,00012	0,00012	0,4074 ns
Composto (Comp)	3	0,00153	0,00051	1,7710 **
Cult. x Bio.	1	0,00040	0,00040	1,3803 ns
Cult. x Comp.	3	0,00081	0,00027	0,9445 ns
Bio. x Comp.	3	0,00199	0,00066	2,3060 ns
Resíduo	48	0,01421	0,00029	
Total	63	0,03069		
CV (%)	66,97			
FV	GL	SQ	QM	F
(matéria seca)				
Blocos	3	40,08	13,36	2,99 *
Cultivar (Cult)	1	89,54	89,54	20,17 **
Biofertilizante (Bio)	1	0,21	0,21	0,05 ns
Composto (Comp)	3	16,76	5,59	1,25 **
Cult. x Bio.	1	0,13	0,13	0,03 ns
Cult. x Comp.	3	16,42	5,47	1,22 ns
Bio. x Comp.	3	23,84	7,95	1,78 ns
Resíduo	48	213,42	4,44	
Total	63	400,40		
CV (%)	40,40			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ^{ns} = não significativo

APÊNDICE 8A - Análise de variância para nitrogênio, fósforo e potássio. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação (nitrogênio)	GL	SQ	QM	F	Fonte de Variação (fósforo)	GL	SQ	QM	F	Fonte de Variação (potássio)	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	46,12	15,37	6,51 **	Blocos	3	0,35	0,12	0,32 ns	Blocos	3	26,34	8,78	0,42 ns
Cultivar (Cult)	1	29,22	29,22	12,38 **	Cultivar (Cult)	1	7,39	7,39	19,95 **	Cultivar (Cult)	1	1.278,4	1.278,4	61,93 **
Biofertilizante (Bio)	1	1,77	1,77	0,75 ns	Biofertilizante (Bio)	1	0,36	0,36	0,97 ns	Biofertilizante (Bio)	1	117,93	117,93	5,71 *
Composto (Comp)	3	6,39	2,13	0,90 ns	Composto (Comp)	3	1,58	0,53	1,42 --	Composto (Comp)	3	82,34	27,45	1,32 --
Cult. x Bio.	1	0,03	0,03	0,01 ns	Cult. x Bio.	1	0,17	0,17	0,46 ns	Cult. x Bio.	1	5,13	5,13	0,24 ns
Cult. x Comp.	3	11,06	3,69	1,56 ns	Cult. x Comp.	3	0,98	0,33	0,89 ns	Cult. x Comp.	3	112,81	37,60	1,82 ns
Bio. x Comp.	3	8,16	2,72	1,15 ns	Bio. x Comp.	3	1,68	0,56	1,51 ns	Bio. x Comp.	3	228,17	76,06	3,68 *
Resíduo	48	113,63	2,36		Resíduo	48	18,60	0,38		Resíduo	48	990,65	20,64	
Total	63	216,37			Total	63	31,11			Total	63	2.844,8		
CV (%)	31,40				CV (%)	35,14				CV (%)	21,45			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ns = não significativo

APÊNDICE 9A – Resultados da análise de variância para cálcio e magnésio. Produção agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

Fonte de Variação (cálcio)	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	1,24	0,41	0,93 ns
Cultivar (Cult)	1	1,36	1,36	3,09 ns
Biofertilizante (Bio)	1	2,29	2,29	5,20 *
Composto (Comp)	3	2,18	0,73	1,65 --
Cult, x Bio,	1	0,51	0,51	1,15 ns
Cult, x Comp,	3	0,68	0,23	0,52 ns
Bio, x Comp,	3	0,52	0,17	0,38 ns
Resíduo	48	21,01	0,44	
Total	63	29,77		
CV (%)	31,89			
Fonte de Variação (magnésio)	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	1,26	0,42	1,75 ns
Cultivar (Cult)	1	0,51	0,51	2,12 ns
Biofertilizante (Bio)	1	1,82	1,82	7,58 **
Composto (Comp)	3	1,79	0,60	2,50 --
Cult, x Bio,	1	0,15	0,15	0,62 ns
Cult, x Comp,	3	0,19	0,06	0,25 ns
Bio, x Comp,	3	0,47	0,16	0,66 ns
Resíduo	48	11,54	0,24	
Total	63	17,73		
CV (%)	27,80			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ns = não significativo

APÊNDICE 10A - Análise de variância para os micronutrientes: zinco, manganês, sódio e Ferro. Produção Agroecológica de arroz vermelho. Apodi-RN, 2009.

FV	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F	GL	SQ	QM	F
----- Zn -----				----- Mn -----				----- Na -----				----- Fe -----				
Blocos	3	923,5	307,8	5,6 **	3	1066,7	355,6	3,8 *	3	0,12	0,04	1,43 ns	3	273.510,70	91.170,23	1,93 ns
Cultivar	1	735,8	735,8	13,0 **	1	0,03	0,03	0,0 ns	1	0,52	0,52	18,68 **	1	738,03	738,03	0,02 ns
Biofertilizante	1	187,9	187,9	3,3 ns	1	136,1	136,1	1,5 ns	1	0,06	0,06	2,13 ns	1	76.498,34	16.498,34	0,34 ns
Composto	3	213,0	71,0	1,3 --	3	254,3	84,8	0,9 --	3	0,14	0,05	1,68 ns	3	36.311,06	12.103,69	0,26 --
Cult. x Bio.	1	161,5	161,5	2,8 ns	1	7,1	7,1	0,08 ns	1	0,004	0,004	0,15 ns	1	3.441,78	3.441,78	0,07 ns
Cult. x Comp.	3	144,2	48,1	0,8 ns	3	359	119,7	1,3 ns	3	0,013	0,004	0,15 ns	3	295.730,43	98.576,81	2,1 ns
Bio. x Comp.	3	50,4	16,8	0,3 ns	3	490,3	163,4	1,7 ns	3	0,06	0,02	0,77 ns	3	157.923,95	52.641,32	1,1 ns
Resíduo	48	2724,3	56,8		48	4.535,5	94,5		48	1,3	0,03		48	2.259.217,6	47.067,0	
Total	63	5140,6			63	6.849,11			63	2,22			63	3.103.371,93		
CV (%)	35				29,8				45,6				92,3			

* = $P \leq 0,05$ ** = $P \leq 0,00$ ns = não significativo

APÊNDICE – 1B

QUESTIONÁRIO APLICADO APÓS REALIZAÇÃO DA PESQUISA COM O
AGRICULTOR EXPERIMENTADOR O SR. JOÃO BATISTA MARINHO MORAIS

I – Identificação:

- Nome Entrevistado: _____

Endereço: _____

- Profissão: _____ Idade: _____

II – Perguntas

a) Plantio convencional:

- 1) Há quantos anos você cultiva arroz?
- 2) Por que você cultiva arroz?
- 3) Qual a área atualmente cultivada? Já produziu em área maior? Se sim por que diminuiu a área cultivada?
- 4) Que tipo de cultivar você cultiva? Já cultivou outras? Quais?
- 5) Quais os tratos culturais utilizados na cultura:

5.1- Preparo do solo: _____

5.2- Plantio: _____

5.3- Controle de pragas e doenças: _____

5.4- Colheita: _____

- 6) Quais as principais pragas e doenças que atacam a cultura?
- 7) A aquisição de agrotóxicos tem sido feita com Receituário e orientação de profissionais habilitados? Se não por que? Você tem tido problemas por falta dessas orientações e recomendações?
- 8) Você tem tido problemas de saúde devido à aplicação de agrotóxicos? Quais? Você conhece outras pessoas que tiveram problemas de saúde bem como ambientais devido à aplicação de agrotóxicos? Quais?
- 9) Como você tem feito as aplicações de agrotóxicos, com relação a horários de aplicação, dosagens dos venenos, lavagem dos equipamentos, lavagem e destino das embalagens, equipamentos de proteção individual?
- 10) Com relação a aplicação de adubos sintéticos, quais adubos você tem utilizado na produção de arroz? Quais as dosagens? Você tem feito às adubações baseado em análises de solos? Que vantagens e desvantagens você pode colocar com relação a adubação no cultivo do arroz?
- 11) Como tem sido realizada a comercialização? Você tem enfrentado problemas? Se sim quais?
- 12) Você tem tido apoio de órgãos governamentais ou não governamentais para produção do arroz? Se sim Quais?
- 13) De uma maneira geral quais os principais problemas que você vem enfrentando no cultivo do arroz, e que sugestões você aponta para solução dos mesmos?

b) Plantio de arroz agroecológico

- 1) Valeu apenas o plantio do arroz utilizando práticas agroecológicas? Se sim por que?
- 2) Quais as principais diferenças observadas no plantio convencional e agroecológico?

- 3) Que cultivar se comportou melhor a local ou a de Santana dos Garrotes? Por que?
- 4) Houve diferença com relação aos locais de aplicação do adubo e do biofertilizante? Quais?
- 5) Quais as principais pragas e doenças que atacaram a cultura na proposta agroecológica?
- 6) Você observou alguma mudança ambiental durante a realização do experimento no que se refere a solo e a água? Se sim qual ou quais?
- 7) Diante das duas realidades vividas por você, de modo geral, quais as potencialidades que você pode colocar como fatores internos produtivos para a produção de arroz em sua propriedade e na região?
- 8) Na sua opinião, há oportunidades que são condições externas favoráveis a produção de arroz, que poderão ajudar principalmente o pequeno produtor nessa importante cadeia produtiva em Apodi? Se sim quais?
- 9) Por fim quais as sugestões que você poderia colocar para um gestor público que quisesse apoiar a produção de arroz em Apodi em seu plano de governo de incentivo, apoio e organização dos produtores fortalecendo essa importante cadeia produtiva, a mais importante, do município?