

**PROTEÍNAS DE RESERVA E PREFERÊNCIA DE *Sitophilus*
sp. A VARIEDADES LOCAIS E MELHORADAS DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) CULTIVADAS EM DIFERENTES MANEJOS
DE SOLOS**

FABIO PIERRE FONTENELE PACHECO

*Dissertação apresentada a Universidade
Estadual do Maranhão como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre
em Agroecologia.*

SÃO LUÍS

Maranhão – Brasil

Setembro -2009

**PROTEÍNAS DE RESERVA E PREFERÊNCIA DE *Sitophilus*
sp. A VARIEDADES LOCAIS E MELHORADAS DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) CULTIVADAS EM DIFERENTES
MANEJOS DE SOLOS**

FABIO PIERRE FONTENELE PACHECO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. **RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS**

*Dissertação apresentada a Universidade
Estadual do Maranhão como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em
Agroecologia.*

SÃO LUÍS

Maranhão - Brasil

Setembro -2009

Pacheco, Fabio Pierre Fontenele

Proteínas de reserva e preferência de *Sitophilus* sp. a variedades locais e melhoradas de arroz (*oryza sativa* L.) cultivadas em diferentes manejos de solos / Fabio Pierre Fontenele Pacheco – São Luís, 2008.

92 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão, 2009.

Orientadora: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

1. Arroz 2. Proteína 3. *Sitophilus* sp. I. Título.

CDU:633.18-27

**PROTEÍNAS DE RESERVA E PREFERÊNCIA DE *Sitophilus*
sp. A VARIEDADES LOCAIS E MELHORADAS DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) CULTIVADAS EM DIFERENTES MANEJOS
DE SOLOS**

FABIO PIERRE FONTENELE PACHECO

Aprovada em ___/___/2009:

Comissão Julgadora:

Profª. Dra. RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS (UEMA)
Orientadora

Prof. Dr. ALTAMIRO SOUZA DE LIMA FERRAZ JÚNIOR (UEMA)

Profª. Dra. ESTER DE AZEVEDO SILVA (UEMA)

DEDICATÓRIA

O presente trabalho somente foi possível ser idealizado e realizado devido aos agricultores e agricultoras familiares do Maranhão que são os verdadeiros guardiões das sementes, fruto do dedicado trabalho de melhoramento das plantas que esta em curso desde o início da agricultura, cerca de 10.000 anos atrás. Que um dia possamos reconhecer o valor desse trabalho que esta diretamente ligado a evolução da sociedade atual.

Assim, dedico esse trabalho como prova da importância do manejo e conservação da biodiversidade *in situ* pelos agricultores e agricultoras familiares do Maranhão, Brasil e do Mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e ao caboclo Manoel Bugi Buá Sucena da Trindade.

Agradeço ao Professor Dr. Altamiro Souza de Lima Ferraz Júnior por ter orientado o este trabalho, pela paciência e por acreditar na sua importância.

Agradeço também Prof^ª. Dr^ª Raimunda Nonata Santos de Lemos por Co-orientar e aceitar os desafios deste trabalho.

A Prof^ª. Dr^ª Antônia Alice Costa coordenadores(as) do Mestrado em Agroecologia da UEMA.

A minha esposa Prof^ª Ariadne Enes Rocha pelo apoio e pelas valorosas discussões que ajudaram a elucidar vários pontos do presente trabalho.

As Professoras Francisca Helena Muniz e Ana Maria Silva Araújo pelo apoio e colaborações.

Aos colegas Cássia Pereira Coelho, Mônica Malheiros, Carlos Bucher, Landro Azevedo Santos pelo apoio nas práticas de Laboratório.

Aos Professores Manlio Silvestre e Sônia Regina de Sousa por ceder as dependências do Laboratório de Solos e Nutrição Vegetal da Universidade Rural do Rio de Janeiro, e todo o apoio dispensado a este trabalho.

Ao senhores Antônio e Dionísio pela valorosa ajuda na implantação e condução deste experimento.

Aos agricultores(as) familiares(as) que me confiaram suas sementes para realização desse trabalho.

A Associação Agroecológica Tijupá pelo apoio logístico e pelas liberações em prol da realização do presente trabalho.

Sumário

DEDICATÓRIA.....	ii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 O Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	4
2.1.1 A importância econômica da cultura do Arroz.....	4
2.1.2 O Arroz no Maranhão.....	5
2.2 Aspectos morfo-agronômicos do arroz	7
2.2.1 Classificação e origem.....	7
2.2.2 Fatores que influencia a produção.....	8
2.3 Caracterização de grãos de arroz em relação a quantidade e qualidade de proteína.....	9
2.3.1 Importância do Nitrogênio (N).....	9
2.3.2 As proteínas dos cereais.....	11
2.3.2.1 As proteínas do arroz.....	12
2.4 A importância de insetos de grãos armazenados.....	14
2.4.1 O <i>Sitophilus sp.</i>	15
2.4.2 <i>Sitophilus sp.</i> e qualidade nutricional do grão.....	18
3 PROTEÍNAS DE RESERVA EM SEMENTES DE VARIEDADES LOCAIS E MELHORADAS DE ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.) COM DIFERENTES FORMAS DE MANEJO DO SOLO.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	21
3.1 Introdução.....	21
3.2 Material e métodos.....	23
3.2.1 Variedades utilizadas no experimento.....	23
3.2.2 Implantação do experimento.....	26
3.2.2.1 Preparo do solo e plantio	26
3.2.3 Condução do experimento.....	28
3.2.4 Coleta do material seco e fresco.....	29
3.2.5 Dados físicos dos grãos.....	29
3.2.5.1 Preparo das amostras para análise de proteínas.....	30
3.2.6 Determinação de n-total e proteína bruta dos grãos.....	30
3.2.7 Extração das frações protéicas dos grãos.....	31
3.3 Resultados e discussão.....	32
3.3.1 Dados Físicos das variedades.....	32
3.3.1.1 Morfologia dos grãos.....	32
3.3.1.2 Altura das plantas.....	34
3.3.1.3 Número de perfilhos.....	35

3.3.1.4 Massa Fresca e Massa Seca (parte aérea e raiz).....	37
3.3.2 Aspectos produtivos das variedades relacionados a análise dos grãos.....	38
3.3.2.1 Produção de Grãos.....	38
3.3.2.2 Proteínas dos grãos.....	40
3.3.2.2.1 Proteína bruta do grão (PB).....	40
3.3.2.2.2 As frações protéicas.....	42
3.4 Conclusões.....	45
4 PREFERÊNCIA DE <i>Sitophilus</i> sp. EM VARIEDADES DE ARROZ TRADICIONAIS E MELHORADAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE MANEJO.....	47
Resumo.....	47
Abstract.....	47
4.1 Introdução.....	48
4.2. Materiais e métodos.....	50
4.2.1 Implantação do experimento com <i>Sitophilus</i> sp.....	50
4.2.1.2 Tipos de tratamentos utilizados no experimento.....	53
4.2.1.3 Teste de preferência alimentar com <i>Sitophilus</i> sp.....	53
4.3 Resultados e discussão.....	54
4.3.1 Avaliação do ataque de <i>Sitophilus</i> sp. em variedades locais e melhoradas de arroz.....	54
4.3.1.1 Preferência da <i>Sitophilus</i> sp. por variedades manejadas com diferentes tipos de solos.....	54
4.3.1.2 A preferência de <i>Sitophilus</i> sp. por variedades locais e melhoradas	56
4.3.1.3 A preferência de <i>Sitophilus</i> sp. e a qualidade protéica dos grãos.....	58
4.5 Conclusões.....	61
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. <i>Sitophilus oryzae</i> em fase larval (A) e adulta, após os estágios de evolução até a fase adulta (B)	17
Figura 1. Variedades locais e melhoradas utilizadas no experimento. São Luís (2004)	24
Figura 2. Vasos dispostos aleatoriamente na casa de vegetação, Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural – NTER / UEMA, 2004	26
Figura 3. Área que foi queimada para retirada de solo, no detalhe a área depois de queimada, NTER / UEMA, 2004.	28
Figura 4. Experimento em desenvolvimento em casa de vegetação, NTER, UEMA, 2004.	29
Figura 5. Relação entre teor de glutelina e comprimento nos grãos de arroz do Maranhão.	33
Figura 6. Altura de planta de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.	34
Figura 7. Relação entre teor de proteína bruta e altura de plantas de arroz do Maranhão.	35
Figura 8. Número de perfilho de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.	36
Figura 9. Massa de grãos por vaso (em gramas) de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.	39
Figura 10. Regressão entre massa total de grãos (g) e teor de proteína bruta (PB) do grão (mg/g) de 14 variedades locais e melhoradas.	40
Figura 11. Quantidade de proteína bruta (PB) (%) dos grãos de 14 variedades locais e melhoradas em cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.	41
Figura 12. Comparativo dos teores de glutelina, albumina e globulina e prolamina (mg de proteína.g ⁻¹ de farinha) em três tipos de manejo (testemunha, queimado e adubado) 14 variedades locais e melhoradas em cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.	43
Figura 13. Correlação entre proteína bruta (PB) (%) e teor de prolamina (mg de proteína.g ⁻¹ de farinha) de 14 variedades locais e melhoradas.	44
Figura 1. Modelo de arena circular utilizado no teste de preferência alimentar de <i>Sitophilus</i> sp. com variedades de arroz.	53

- Figura 2. Quantidade de insetos *Sitophilus* sp. presentes nos grãos de variedades locais e melhoradas de arroz com casca em diferentes manejos de solos, em São Luís (MA). 57
- Figura 3. Regressão entre teor de glutelina(mg proteína.g⁻¹ farinha) e o número de *Sitophilus* sp. em grãos de variedades locais e melhoradas de arroz, cultivados em diferentes sistemas de manejo de solo. São Luís (MA), 2007. 59
- Figura 4. Correlação entre teor de prolamina(mg proteína.g⁻¹ farinha) e o número de *Sitophilus* sp. em grãos de variedades locais e melhoradas de arroz, cultivados em diferentes sistemas de manejo de solo. São Luís (MA), 2007. 59

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Distribuição da área plantada, produção, produtividade e percentual da produção da cultura de arroz dos principais estados, estimativa de safra 2007/2008.	5
Tabela 2. Composição de proteínas dos cereais de maior importância alimentar no mundo (%).	12
TABELA 1. Caracterização das variedades de arroz melhoradas cultivadas em diferentes tipos de manejo de solos, São Luís (MA), 2005.	24
Tabela 2. Variedades de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) coletadas e suas respectivas coordenadas geográficas, São Luís (MA), 2004.	25
Tabela 3. Resultados de análise de solos de macro e micronutrientes de solos peneirado (testemunha) e solo usado no tratamento queimado, NTER/UEMA, 2005.	27
Tabela 4. Classe e forma dos grãos de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas em diferentes manejos de solo. São Luís (MA), 2005.	32
Tabela 1. Variedades melhoradas e locais utilizadas no experimento, com o tipo, origem e recomendações ou tipos de uso praticado pela agricultura familiar.	51
Tabela 2. Número médio de <i>Sitophilus</i> sp. em variedades de arroz locais e melhoradas em diferentes manejos de solo. São Luís (MA).	55
Tabela 3. Número médio de <i>Sitophilus</i> sp., em relação aos teores de proteína bruta (PB) (mg/100g), glutelina, prolamina e albumina + globulina (mg proteína.g ⁻¹ farinha) em grãos de variedades locais e melhoradas de arroz, cultivados em diferentes sistemas de manejo de solo. São Luís (MA), 2007.	59

**PROTEÍNAS DE RESERVA E PREFERÊNCIA DE *Sitophilus* sp. A
VARIEDADES LOCAIS E MELHORADAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
CULTIVADAS EM DIFERENTES MANEJOS DE SOLOS**

Autor: FABIO PIERRE FONTENELE PACHECO
Orientador: Prof^ª. Dr^ª. RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma importante cultura no contexto produtivo e alimentar no Estado do Maranhão. As sementes de arroz locais desenvolvem um importante papel na garantia da segurança alimentar dos agricultores familiares. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção, a quantidade e a qualidade de proteínas nos grãos de sete variedades tradicionais e sete variedades melhoradas, bem como a preferência de *Sitophilus* sp. a essas cultivares de arroz. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campus da Universidade Estadual do Maranhão em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições e 3 tratamentos, sendo eles: solo apenas peneirado (testemunha), solo com acidez corrigida e com adubação completa e solo proveniente do corte e queima da vegetação secundária (capoeira). Foram analisados os aspectos físicos e morfológicos das variedades (peso, altura e quantidade de perfilhos), aspectos relacionados a produção (produção total de grãos e produtividade por planta), a proteína nos grãos (a quantidade de proteína bruta e as frações protéicas). As variedades foram avaliadas com relação à preferência de *Sitophilus* sp. a grãos com casca em função do teor e qualidade de proteína das variedades de arroz em teste com livre chance de escolha. As variedades no tratamento adubado tiveram maior capacidade de perfilhamento, de produção e produtividade, destacando-se a variedade local conhecida como arroz preto (Preto). As variedades melhoradas e

adubadas apresentaram maiores teores de proteína bruta. As variedades locais da testemunha alcançaram maiores quantidades de glutelina: Agulha, Agulha Branco, Bacaba, Caboclo e Preto. As variedades do tratamento adubado obtiveram menores teores de glutelina, demonstrando que a adubação não influencia a qualidade da proteína. No experimento com *Sitophilus* sp. foi identificada preferência desse inseto pelas variedades adubadas que tiveram maior quantidade de proteína. Sendo observado que há preferência desses insetos por variedades com maior teor de prolamina e menor preferência por variedades locais com altos teores de glutelina.

PALAVRAS-CHAVE: Arroz, Proteína, *Sitophilus* sp.

PROTEINS AND PREFERENCE OF RESERVE *Sitophilus* sp. THE LOCAL AND IMPROVED VARIETIES OF RICE (*Oryza sativa* L.) GROWN IN DIFFERENT SOIL MANAGEMENT

Author: FABIO PIERRE FONTENELE PACHECO
Adviser: Prof. Dr. RAIMUNDA NONATA SANTOS DE LEMOS

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is an important crop in the context of food production and the state of Maranhão. The seeds of local rice develop an important role in ensuring food security of farmers. This work was carried out to evaluate the production, the quantity and quality of protein in grains of seven varieties and traditional seven improved varieties, and the preference for such rice cultivars. The experiment was conducted in a greenhouse on the campus of State University of Maranhão in a randomized statistical design with 4 replications and 3 treatments, which were: only sieved soil (control), soil acidity and fertilized soil and soil from the slash and burning of secondary vegetation (capoeira). We analyzed the physical and morphological varieties (dry weight, height and tiller number), aspects related to production (total production of grains), the protein in grains (the amount of crude protein and protein fractions). The varieties were evaluated according to the preference of *Sitophilus* sp. the grain in the husk to the content and quality of protein in rice varieties under test with free choice. The varieties in the fertilized treatment had a higher tillering capacity and production, especially the local variety known as rice Preto (Preto). The improved and fertilized varieties had higher crude protein. The varieties of local control achieved greater amounts of glutelin: Agulha, Agulha Branco, Bacaba, Caboclo and Preto. The varieties fertilized treatment had lower levels of glutelin, demonstrating that fertilization does not determine the quality of the protein. In the experiment with *Sitophilus* sp was identified by the preference of

this insect by fertilized varieties that had the greatest amount of protein. Was observed that there is a preference of these insects on varieties with higher content of prolamin and lower preference for local varieties with high levels of glutelin.

KEY WORDS: Rice, Protein, *Sitophilus* sp.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do Arroz é base da alimentação de mais da metade da população mundial, principalmente entre os países mais pobres, como o Brasil. Segundo a FAO (2008), o arroz é responsável pelo fornecimento de 20% da energia e 15% das proteínas consumidas em todo mundo. No Brasil o consumo está em torno de 47 quilos por pessoa/ano, ocupando o 16º lugar no cenário mundial (WALTER et al., 2008; FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006).

No Maranhão a produção e o consumo de arroz são bastantes expressivos, atualmente está entre os três maiores produtores do país com 680 mil toneladas, de acordo com a safra 2007/2008 (CONAB, 2008). A média de consumo no Maranhão é maior que a nacional de 50 quilos por pessoa/ano, consumindo anualmente cerca de 80 quilos *per capita* (360 gramas por pessoa/dia), porém inferior do consumo vietnamita, maior consumidor mundial, que tem a média anual de aproximadamente 223 quilos *per capita* ao ano (VILLAR et al., 2001; FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006; PEREIRA, 2002).

O principal fator para a qualidade nutricional do grão de arroz é a quantidade da proteína bruta (PB), sendo o nitrogênio (N) o elemento determinante para a quantidade e qualidade protéica dos grãos. O nitrogênio em forma de insumo é de difícil acesso ao pequeno produtor o que ocasiona baixa produtividade e conseqüentemente a diminuição do consumo de proteína de alta qualidade, proporcionando maior fragilidade em relação a segurança alimentar e nutricional das populações mais pobres.

Com a diminuição das reservas de petróleo no mundo há um aumento progressivo no preço dos insumos nitrogenados, tornando-se necessário buscar outro caminho diferente do proposto pela Revolução Verde que era o aumento da quantidade de alimento em função do aumento da quantidade de fertilizantes. Neste novo cenário torna-se necessário a busca por variedades mais eficientes no uso de nitrogênio, sendo que as variedades locais de arroz do Maranhão tem importante

contribuição neste sentido como demonstrado em pesquisa realizada por Ferraz Jr. et al. (1997).

O conhecimento das variedades locais, assim como todas as práticas e saberes a elas associadas são importantes passos para a melhoria da eficiência de utilização de nitrogênio, assim como para o desenvolvimento de variedades que possam fortalecer a segurança alimentar e nutricional, sendo o Maranhão um importante Estado neste contexto. Se faz necessário a construção de políticas pautadas em pesquisas que tenham como base o conhecimento da agrobiodiversidade para o desenvolvimento de programas que propiciem o melhoramento de cultivos e criações adaptadas aos diferentes agroecossistemas.

As variedades escolhidas pela produção familiar possuem características que vão além da alta produtividade e resistência a pragas e doenças. Também são observadas características que constroem uma relação de confiança, repassadas através da sua ancestralidade, como o poder de resiliência face a mudanças climáticas ou a capacidade de adaptação em diferentes sistemas de cultivos e solos, pois não se pode esquecer que a maioria da agricultura familiar maranhense desenvolve uma agricultura itinerante baseada na mineralização da biomassa nativa por meio de queimadas.

Os agricultores fazem consórcios de diferentes variedades em um mesmo cultivo, diminuindo assim os impactos ao ataque de pragas ou veranicos, pois essas associações são realizadas com plantas de diferentes aptidões, o que não acontece nas monoculturas que a faz depender de grandes quantidades de insumos externos.

Outro importante aspecto do cultivo deste cereal no Estado do Maranhão é o das perdas na armazenagem, principalmente, quando se refere ao armazenamento de grãos realizado pela agricultura familiar, onde tradicionalmente a precariedade dos locais e as más práticas de armazenagem na maioria das vezes favorece o ataque de pragas desses cereais. Um dos principais aspectos está relacionado a deficiência na secagem dos grãos e no local inapropriado da armazenagem que favorece o aumento da umidade nos grãos o que os deixa mais atrativo aos insetos (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006; PEREIRA, 2002).

As variedades de sementes de arroz melhoradas distribuídas no Plano

SAFRA do Governo do Estado do Maranhão nos últimos anos, segundo agricultores entrevistados nesta pesquisa, são mais suscetíveis ao ataque de gorgulhos (*Sitophilus* sp.) que as variedades locais tradicionalmente cultivadas. Esta suscetibilidade pode estar associada aos processo de melhoramento vegetal destas variedades, pois são desenvolvidas em centros de pesquisa com condições edafoclimáticas e de cultivo diferentes do Estado (TIJUPÁ, 2004). Segundo CHABOUSSOU (1987), plantas mal nutridas ou nutridas por meio de adubos químicos, são mais suscetíveis ao ataque de pragas, como as plantas melhoradas são desenvolvidas em uma determinada condição de nutrição e cultivo, em muitos casos possuem baixa capacidade de eficiência e uso de nitrogênio quando em condições de cultivo na agricultura familiar maranhense.

Diante desse cenário este trabalho teve por objetivos: avaliar quatorze variedades de arroz, entre locais e melhoradas, submetidas a três tipos diferentes de manejos a fim de identificar quais variedades acumulam maiores quantidades de proteína bruta e suas frações protéicas, relacionando-as com suas características morfo-agronômicas e também avaliar a preferência alimentar de *Sitophilus* sp às variedades de arroz testadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Arroz (*Oryza sativa* L.)

2.1.1 A importância econômica da cultura do Arroz

O arroz é um dos cereais mais cultivados do mundo, podendo ser cultivado em quase todos os tipos de condições edafoclimáticas. De acordo com a FAO (2008), a produção deste cereal no mundo era de 661,3 milhões de toneladas de arroz em casca. Nos últimos 15 anos a produtividade média deste cereal vem se mantendo constante em torno de 4t/ha, o que pode ser um problema futuro, pois estima-se que se não houver um aumento da produtividade nos próximos 10 anos em torno de 20%, vários países do mundo ficarão desabastecidos deste importante cereal (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006).

O Brasil ocupa a 9ª posição no *ranking* mundial da produção de arroz, com 12,1 milhões de toneladas, sendo o principal produtor fora os países da Ásia. A China é o maior produtor mundial com 188,8 milhões de toneladas, seguida pela Índia (142,5t) e Indonésia (58,3t) (FAO, 2008).

Os quatro Estados brasileiros que possuem as maiores produções de arroz por ordem são: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso e Maranhão (Tabela 1). Destacando-se em produtividade cita-se: Rio Grande Sul, Santa Catarina e Roraima. O Maranhão é o 24º em produtividade, superando somente Amapá (1.090kg/ha), Paraíba (1.277 kg/ha) e Distrito Federal (1.300 kg/ha) (CONAB, 2008).

Tabela 1. Distribuição da área plantada, produção, produtividade e percentual da produção da cultura de arroz dos principais estados, estimativa de safra 2007/2008.

Estados	Área (em 1.000 ha)	Produção (em 1.000 t)	Produtividade (em kg/ha)	Percentual da Produção no Brasil (%)
Brasil	2.874,1	12.057,4	4.195	100
Rio Grande do Sul	1.066,6	7.361,7	6.902	37
Maranhão	477,6	699,7	1.465	17
Mato Grosso	238,9	680,9	2.850	8
Santa Catarina	153,1	1.018,1	6.650	5
Roraima	22,2	125,8	5.667	0,8
Pernambuco	4,97	27,3	5.490	0,2

Fonte: CONAB (2008).

2.1.2 O Arroz no Maranhão

No Maranhão o arroz é uma das principais culturas e é principalmente praticado pela agricultura familiar em áreas médias de 0,333 hectares (TEIXEIRA et al., 1991; VILLAR et al., 2001).

O início do cultivo de arroz no Maranhão data de meados do século 18, provavelmente trazido de Guiné, de onde vieram parte dos escravos (GEDEON, 2005). Segundo Carney e Marin (2004) uma das possibilidades de chegada das sementes no Brasil foi que vieram presas nos cabelos e turbantes das mulheres africanas escravizadas, pois quando sequestradas de suas tribos, a única coisa que conseguiam fazer, era pegar um punhado de arroz. A disseminação de muitas das variedades ainda hoje existentes se deu nas fugas para formações dos quilombos, quando também levavam sementes de arroz consigo, demonstrando a importância desse cereal para os africanos (CARNEY e MARIN, 2004).

Os africanos foram trazidos para o Brasil, oriundos da Guiné portuguesa, com o objetivo de utilizarem essa mão-de-obra escrava na implantação da cultura do arroz, tendo em vista que esse povo secularmente dominava o cultivo (CARNEY, 2001).

Lago (2001) cita que o arroz mais antigo cultivado no estado é o vermelho, conhecido como “arroz-da-terra” ou “arroz-de-veneza”. Segundo Pereira (2004) o arroz vermelho que era cultivado no Maranhão veio dos Açores e só era plantado pelos mais pobres, sendo rejeitado pela elite. A partir de 1765 foi introduzido o arroz branco ou “arroz-da-carolina” como também era conhecido por ser proveniente da Carolina do Sul (EUA), mas veio para o Maranhão vindo de Portugal, por intermédio do 1º Administrador da Companhia de Comercio do Grão-Pará e Maranhão, o Capitão José Vieira da Silva (PEREIRA, 2004; MARQUES, 1970; LAGO, 2001). Brasil (1910) apud Pereira (2004), relata que o arroz-da-carolina do Maranhão era originário da Espanha e foi para Portugal depois de ser produzido na colônia espanhola Colômbia, sendo esta variedade muito aceita no comércio colonial de Amsterdã na Alemanha, onde era conhecido como arroz-de-Novara, daí o interesse português.

Segundo Marques (1970), em 1766, um ano depois da introdução do arroz branco, foram exportados 2.847 arrobas ou cerca de 48 toneladas. Com a boa aceitação de Portugal houve incentivos ao incremento da produção por parte da Companhia de Comércio do Grão-Pará e Maranhão, sendo distribuído gratuitamente aos lavradores de todo território Maranhense, o que foi a primeira distribuição pública de arroz registrada no estado, e criada uma Lei em 1772 que proibia o cultivo de outro arroz que não fosse o arroz-da-Carolina, com penas que variavam entre pagamento de multa a prisão, dependendo da etnia. Já em 1776 foram exportados para Portugal cerca de 15.120,41 toneladas de arroz, chegando a funcionar nesse período quatro fábricas de descascar arroz, três movidas a vapor e uma a água, sendo a primeira fabrica de *soque* de arroz implantada as margens do rio Anil trazida pelo Tenente-Coronel José de Carvalho (MARQUES, 1970).

Os dados da série histórica da CONAB (2008) demonstram que o Maranhão sempre foi um importante Estado na produção de arroz, ficando atrás somente do Rio Grande do Sul, até a safra 1996/1997 quando foi superado por Mato Grosso, sendo atualmente o quarto no Brasil, se mantendo historicamente como o maior Estado produtor da região nordeste com 680 mil toneladas previstas para safra 2007/2008.

Segundo Villar et al. (2001) o Maranhão possui três sistemas de cultivos diferentes, divididos nas regiões norte, central e sul, respectivamente: roça-no-toco¹, pouco mecanizado e irrigado-mecanizado. Predominantemente o cultivo de vazante, como é conhecido o cultivo inundado em várzea úmida, é o mais praticado entre os agricultores familiares da microrregião Baixada Maranhense, sendo um sistema de cultivo baseado na prática do desbaste das touceiras e no transplântio, seguindo o regime de seca das vazantes (MARANHÃO, 2007; SENA et al., 2007). A Baixada Maranhense tem importante participação na produção de arroz maranhense, principalmente pela alta produtividade que pode chegar até 4.200 kg/ha, quase que em sua totalidade praticada por agricultores familiares em sistemas e cultivos tradicionais (VILLAR et al., 2001).

2.2 Aspectos morfo-agronômicos do arroz

2.2.1 Classificação e origem

A origem da espécie *Oryza sativa* L. é controversa, sendo atribuída a diferentes centros de origem, os mais aceitos são: África ocidental, sul da Índia e sudeste Asiático (PEREIRA, 2002 ; FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006; QUEROL, 1993).

O arroz possui duas classificações botânicas, de autorias de Engler e de Cronquist, sendo que para efeitos de referência, neste trabalho será adotada a classificação mais utilizada de Cronquist, que classifica a família como *Poaceae*.

A espécie *O. sativa* é o vegetal que possui maior diversidade de ambientes de cultivos, indo desde ambientes aquáticos, terras altas, entre baixas e altas temperaturas, não sendo cultivados em algumas regiões do mundo como Antártica (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006). Isso devido a sua alta capacidade de adaptação climática e geográfica que foi responsável também pela diferenciação em três subespécies: *indica*, *japônica* e *javânica* (FORNASIERI FILHO e

¹ Sistema de cultivo tradicional da agricultura familiar maranhense que utiliza a biomassa da vegetação para fertilizar as área de cultivo, fazendo-se para isso a derrubada e a queima dessa vegetação.

FORNASIERI, 2006; FERRAZ, 1987). Estima-se que existem cerca de 140.000 variedades de arroz cultivados em todo mundo (UFRGS, 2008).

2.2.2 Fatores que influencia a produção

Os fatores relacionados a condução da cultura do arroz são fundamentais para alcançar o aumento de produção na escolha da variedade aspectos gerais de sua anatomia podem ser primordiais para adaptação aos sistemas de cultivos e aos tipos de solos. De modo geral, uma variedade de arroz é desejável que seja compacta em sua forma, folhas eretas permitindo o aumento da densidade, um grande número de perfilhos e de disposição vertical, assegurando um maior índice de área foliar, sistemas radiculares profundos, com reflexos de fechamentos rápidos dos estômatos visando uma maior resistência a falta de água (MOREIRA & KLUGE, 1999).

Elevadas temperaturas podem prejudicar a cultura do arroz, principalmente sob baixa umidade. Estes dois fatores associados a ventos fortes e sol intenso, ressecam as folhas logo após a emissão das panículas. A esterilidade das espiguetas aumenta quando tiver temperaturas acima de 29 °C, em função de diferentes cultivares (FONSECA et al., 2001).

O arroz requer mais água do que qualquer cultura similar. Contudo, é o principal fator a determinar a produtividade do arroz de sequeiro, onde a sua disponibilidade é dependente do clima. A fase vegetativa é a menos sensível a déficit hídrico, embora possa prejudicar o desenvolvimento da cultura. A fase reprodutiva constitui o período de maior sensibilidade à deficiência hídrica, podendo ocorrer esterilidade das flores e menor número de grãos ou panícula. Depois do florescimento, reduz o peso de grãos, prejudicando o metabolismo de carboidratos além de provocar o "gessamento" dos grãos. Alguns autores consideram que o arroz de sequeiro não deve ser plantado em locais que tenham menos que 200 mm de chuvas por mês, principalmente durante a floração (MOREIRA & KLUGE, 1999; FERREIRA et al., 1983). Outro fator que esta diretamente ligado com a produtividade é a capacidade de perfilhamento das variedades. Segundo Areia (2004), avaliando variedades de arroz melhoradas e locais provenientes do

Maranhão, constatou que o número de perfilhos teve correlação positiva com a produtividade.

O teor de matéria orgânica também influencia na produtividade, devido ao aumento da quantidade de N (nitrogênio) no solo. Em solos aluviais e hidromórficos, o teor de matéria orgânica é sempre elevado (FERREIRA et al., 1983).

Outro fator importante é o pH nos solos, mesmo que a maioria dos cultivares de arroz sejam razoavelmente tolerantes a solos ácidos, a faixa ideal de pH é de 5.5 a 6.0, abaixo dessa faixa, ocorre presença de Al e Mn tóxicos o que prejudica a absorção de nutrientes (FERREIRA et al 1983).

2.3 Caracterização de grãos de arroz em relação a quantidade e qualidade de proteína

2.3.1 Importância do Nitrogênio (N)

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes qualitativamente e quantitativamente para a produção dos cereais, sendo um nutriente essencial para obtenção de grãos de alto valor nutritivo (SOUZA, 2006).

A atual crise econômica que demonstra ter grandes causas ambientais, teve um especial rebatimento no uso de nitrogênio, como o encarecimento dos fertilizantes fontes desse importante nutriente, assim plantas que só produzem na presença de altas doses de adubos nitrogenados não são mais indicadas. Se faz necessário seleção de novas variedades que sejam eficientes no uso do nitrogênio (HAGE, 2008; SOUZA et al., 2006; FERRAZ Jr., 1993) .

As variedades de arroz locais são mais eficientes na utilização do N acumulado e, portanto menos dependentes de suplementação externa desse nutriente na fase reprodutiva do que as variedades melhoradas (SOUZA, 1995; SOUZA, 1990; MALHEIROS, 2008; ARAÚJO, 2002; ARAÚJO, 2006); .

Essas variedades tradicionais apresentam variabilidade genética de grande importância nos programas de melhoramento genético, na obtenção de maior eficiência no uso de nitrogênio e tolerância a estresses ambientais adversos

(FONSECA et al., 1982). Uma vez que sob condições limitantes de nutrientes e água, a planta desenvolveu mecanismos de adaptação a este ambiente passando a usar de forma mais eficiente os recursos disponíveis, dentre eles o nitrogênio, lhe permitindo a sobrevivência e perpetuação da espécie (FONSECA et al., 1982; FERREIRA et al., 1983).

A busca por maior eficiência em seu uso, através do reconhecimento das vias bioquímicas e moleculares de absorção e assimilação em plantas, são propostas para permitir o uso sustentável deste elemento sem a perda da produção (TRAORE e MARANVILLE, 1999; PRADELLA et al., 2001).

Sistemas complexos de absorção, assimilação e remobilização evitam o desperdício de energia e resultam de uma adaptação progressiva das plantas aos ambientes de baixo suprimento de N (FERNANDES e ROSSIELLO, 1995).

Comparando a eficiência no uso de nitrogênio entre uma variedade local e uma melhorada, Rodrigues et al. (2004) constaram que a variedade local apresentou elevada capacidade em armazenar o N absorvido no estágio inicial de crescimento e remobilizá-lo no final do ciclo para síntese de proteína nos grãos, demonstrando uma alta eficiência do uso de N.

Variedades de arroz locais do Estado do Maranhão, apresentam alta eficiência na utilização de nitrogênio comparadas com variedades melhoradas. Estes resultados indicam que estas variedades desenvolveram mecanismos que as tornaram mais eficientes na aquisição e uso deste nutriente resultando em teores e qualidade de proteína nos grãos superiores aos encontrados nas variedades melhoradas (SANTOS, 2006; FERRAZ Jr, 1993; ARAÚJO, 2002; MALHEIROS, 2008).

Segundo Perez et al. (1973), em arroz, no estágio vegetativo as lâminas foliares têm geralmente mais nitrogênio que as bainhas e os colmos juntos. Durante o desenvolvimento do grão, entretanto, o nitrogênio das lâminas foliares decresce, enquanto o N das bainhas e dos colmos permanecem essencialmente constante, indicando que as folhas são as principais fontes de N translocado para os grãos em desenvolvimento. Isto porque o nitrogênio absorvido pelas raízes durante a fase de enchimento do grão, não é suficiente para suprir as necessidades de desenvolvimento das sementes.

A capacidade de rápido acúmulo de NO_3^- na fase inicial de crescimento pode propiciar um maior estoque de N disponível para o metabolismo das plantas nas fases posteriores de seu ciclo de vida, principalmente quando do enchimento dos grãos, e podem ser a razão do alto acúmulo de N nos grãos. A maior eficiência de aquisição de NO_3^- , a partir de baixas concentrações na solução externa pode ser uma indicação de adaptação às condições de estresse nutricional (fluxos instáveis de N), como o decorrente da disponibilidade sazonal de NO_3^- em regiões tropicais (SANTOS, 2006).

Em condições de estresse por seca ou deficiência de nitrogênio, a remobilização de N das folhas e em menor proporção do caule, é muito importante para o enchimento dos grãos (SOUZA et al., 2006)

Para a síntese de proteína de reserva no grão, o nitrogênio é mobilizado das reservas vegetativas acumuladas antes da antese e do nitrogênio absorvido durante o desenvolvimento dos grãos (PATE, 1980).

Como a quantidade de nitrogênio que pode ser absorvida durante o período de amadurecimento é muito pequena comparada ao requerimento de nitrogênio do grão, maior quantidade de nitrogênio é translocado das folhas para os grãos, com o avanço do amadurecimento (WADA et al., 1986).

2.3.2 As proteínas dos cereais

Os cereais são importante fonte de proteína na dieta em diferentes países do mundo. Em muitos países em desenvolvimento, as proteínas dos cereais compõem de 70 a 90% do consumo total de proteína. As proteínas provenientes dos grãos de cereais alcançam mais que a metade da produção de proteína total do mundo (LÁSZTITY, 1986).

As glutelinas e prolaminas são, na maioria dos cereais (arroz, centeio, cevada, milho, sorgo e trigo), os componentes mais abundantes das proteínas (em torno de 80 a 90%), enquanto que as albuminas e globulinas contribuem, nestas espécies referidas, com menores percentuais, em torno de 20% ou menos (Tabela 2). Na aveia, entretanto, as globulinas são as predominantes, representando em torno de

56% da proteína de reserva (BEWLEY e BLACK, 1994).

Tabela 2. Composição de proteínas dos cereais de maior importância alimentar no mundo (%).

Cereal	Albumina	Globulina	Prolamina	Glutelina
Trigo	9	5	40	46
Milho	4	2	55	39
Cevada	13	12	52	23
Aveia	11	56	9	23
Arroz	5	10	5	80
Sorgo	6	10	46	38

Fonte: Payne e Rhodes (1982)

2.3.2.1 As proteínas do arroz

Na Ásia, aproximadamente 80% da população alimenta-se basicamente de arroz (YOKOYAMA et al., 1999). Ao contrário de outros cereais como o trigo e o centeio, o arroz é consumido na forma de grãos.

O arroz contém baixo teor de proteína no grão em relação aos outros cereais, variando de 5,3 a 7,7%, porém existem variedades com alto teor protéico, que variam de 8 a 12,3%, podendo chegar a 15% (JULIANO, 1985).

A proteína do grão de arroz é constituída de quatro frações diferentes: albumina + globulina, prolamina e glutelina, presentes com teores que variam de 3-30,9%, 1,6-20,6% e 55-88,1%, respectivamente (JULIANO, 1985; LÁSZITTY, 1986).

Apesar de seu menor teor de proteína no grão em comparação com outros cereais, o arroz apresenta uma proteína relativamente de melhor qualidade. A glutelina, principal proteína de reserva, enquanto que nos outros cereais, é a prolamina. A maior parte da glutelina se encontra no endosperma, já a albumina e a globulina estão concentradas no embrião e camada de aleurona, enquanto que a prolamina se distribui mais uniformemente pelo grão (LÁSZITTY, 1986). Cerca de 83% da glutelina do grão está concentrada no endosperma, portanto, após o

beneficiamento do arroz, o seu valor protéico é conservado, pois esta camada não é removida, como acontece com a camada de aleurona e o embrião, depois do beneficiamento (TECSON et al., 1971).

A qualidade nutricional dos grãos é determinada principalmente pelo teor de proteína bruta (DECKARD et al., 1984). A combinação de altas produções e altos teores de proteína bruta nos grãos pode ser alcançada em variedades eficientes no uso de nitrogênio disponível (SHERRARD et al., 1984).

Dentre os fatores ambientais que interferem no teor da proteína bruta, pode-se citar: intensidade luminosa, temperatura do ar e disponibilidade de água (CAGAMPANG et al., 1966). A redução do teor de proteína, segundo Gomes e Magalhães (2004), está ligado a retirada das camadas superficiais do grão, isso porque o teor de proteínas diminui progressivamente da periferia para o interior. O aumento de temperatura durante a armazenagem também pode resultar no processo de desnaturação da proteína que ocasiona pequenas perdas no teor dessas (MICRONAL, 2008; AREÓPAGO, 2008).

As proteínas armazenadas nos grãos contribuem para o processo de germinação das sementes garantindo a perpetuação das espécies. Assim, sob condições onde a energia é o fator limitante, as proteínas podem ser realmente produzidas em detrimento da produção de matéria seca dos grãos. O requerimento de energia para síntese de cada fração protéica do grão de arroz é diferenciado. A fração albumina + globulina, apresenta maior requerimento de energia por apresentar maior teor de aminoácidos essenciais, seguido pela glutelina que tem teor de aminoácido essencial intermediário e a prolamina que apresenta o menor requerimento de energia. Essas diferenças de energia de produção poderiam ser responsáveis pelo acúmulo diferencial das frações protéicas dos grãos em relação ao N aplicado (SOUZA, 1995).

Como no arroz a principal proteína de reserva é a glutelina, o armazenamento de N nesta fração protéica requer maior disponibilidade de energia, em relação aos outros cereais, e que talvez tivesse que ser usada às custas de redução da produção de matéria seca dos grãos (SOUZA, 1990). Sendo assim, geralmente o peso dos grãos e a produção de proteína bruta apresentam relação negativa (SOUZA, 1990).

Em estudo com variedades de arroz local, foi constatado a relação entre comprimento do grão e o teor de proteína, onde observou-se que variedades com menor comprimento e menor razão comprimento e largura apresentam maiores teores de proteína bruta (ARAÚJO, 2002).

Souza et al. (1993), como também Malheiros (2008), observaram em variedades de arroz que o aumento do teor de proteína bruta é acompanhado por um aumento da fração glutelina.

A síntese de proteína e a síntese de amido são processos que apresentam um requerimento diferencial quanto à energia fotossintética. A síntese protéica requer aproximadamente o dobro da energia requerida para síntese de amido (SOUZA, 1995).

Ferraz Júnior et al. (2001) estudando variedades locais de arroz provenientes do Maranhão, constataram que o aumento do teor de proteína é inverso a produção de grão.

Em pesquisa com variedades locais de arroz da região da Baixada maranhense, Araújo (2002), observou relação inversa entre a produção de grãos e o teor de proteína bruta nos grãos, mas observou também que altos teores de proteína bruta está associado aos teores elevados da fração glutelina.

2.4 A importância de insetos de grãos armazenados

Na agricultura familiar maranhense os insetos de grãos armazenados representam importante problema para a sustentabilidade alimentar e produtiva, tendo em vista que além das perdas em campo, enfrentam paulatinamente a perda da qualidade de seus grãos. Devido, principalmente, a falta de uma estrutura adequada de armazenagem que em termos práticos não é sinônimo de significativo aumento de seus custos de produção, como vem demonstrando os agricultores assessorados pela Associação Agroecológica Tijupá e outras instituições da Rede de Agroecologia do Maranhão.

Segundo Santos (1993) e Padilha e Faroni (1993), as perdas causadas por

pragas de sementes armazenadas são grandes, quer sejam quantitativas ou qualitativas. Segundo os autores, 50% dessas perdas são atribuídas à ação dos insetos.

Puzzi (1986) classificou os danos causados por pragas de grãos armazenados em :

- a) criação de bolsas de calor na massa de grãos;
- b) poluição da massa de grãos;
- c) disseminação de fungos na massa de grãos;
- d) desvalorização do produto.

Sendo que na fase inicial os insetos de grãos armazenados se alimentam quase que exclusivamente do endosperma, apresentando perda de peso e nutrientes, seguindo depois para o embrião, contribuindo para a perda do poder germinativo) (PUZZI, 1986).

Os principais problemas ocasionados por ataque de insetos de grãos armazenados (TECNIGRAN, 2005):

- Perda de peso, com desvalorização comercial dos grãos;
- Perda do valor nutritivo dos grãos;
- Perda do poder germinativo das sementes;
- Aumento da temperatura pela atividade do inseto dando condições de aparecimento de fungo (emboloramento);
- Contaminação pelo ataque de organismos oportunistas como ácaros e fungos.

Diversos são os tipos de danos causados por insetos às sementes, destacando-se as perdas de peso, da pureza física e da qualidade fisiológica. Estes danos podem iniciar-se com a simples injúria no tegumento, o que pode provocar um aumento na intensidade respiratória da semente e conseqüentemente redução do vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988).

2.4.1 O *Sitophilus* sp.

Entre os insetos que atacam os grãos armazenados, *Sitophilus* sp. está entre

os mais importantes pelos danos que ocasionam, podendo ocorrer um dano que varia entre 5 a 20% (GALLO et al., 2002).

Os gorgulhos (*Sitophilus* sp.) são insetos de difícil controle, sendo necessário uma logística de armazenagem e de aplicação de inseticidas que possui um alto custo e encarece o custo do beneficiamento da cultura de arroz. Mesmo a utilização de variedades resistentes não é uma prática que por si só diminui o ataque dessa praga, caso as variedades resistentes sejam misturadas a variedades normais, pois este inseto possui capacidade de fazer distinção entre as duas variedades (FARONI, 1992).

Segundo Gallo et al. (2002), os gorgulhos. são insetos da ordem Coleoptera, Superfamília Curculionidea e Família Curculionidae.

São fitófagos do tipo sitófagos em todas as fases da vida. No estágio larval possui forma curculioniforme e podem chegar até 5mm, quando adultos são pequenos medindo entre 2,5 e 3mm de comprimento (Figura 1). Possuem coloração castanha escura e a diferenciação entre as espécies *S. zeamais* e *S. oryzae* se dá pela pontuação no pronoto, possuindo élitros densamente estriados. A cabeça desse inseto possui prolongamento frontal, rostro curvado, onde estão localizadas as peças do aparelho bucal que é mastigador. A família Curculionidae é a mais numerosa do reino animal, sendo as espécies *S. zeamais* e *S. oryzae* entre as que mais se destacam.

A fêmea de *Sitophilus* sp. pode produzir de 150 a 400 ovos durante os cinco meses de vida, esses ovos são depositados por meio de um orifício feito no grão com seu aparelho bucal, somente é depositado um ovo por grão que logo em seguida é fechado com uma secreção gelatinosa que endurece em contato com o ar (TECNIGRAN, 2005).



Figura 1. Fases de desenvolvimento de *Sitophilus oryzae*. (1-ovo, 2-larva, 3-pupa, 4-adulto) e dano causado no grão de arroz (destaque).

Fonte figura (1): www.oanimals.com/.../Sitophilus/oryzae.html

Todas as fases de desenvolvimento do inseto ocorrem dentro dos grãos, que são utilizados como alimento. Após sua transformação em adultos, perfuram um orifício na casca, por onde emergem, deixando um furo de contorno irregular (PACHECO et al., 1995).

Várias pesquisas demonstram que os *Sitophilus* sp. são insetos seletivos que podem encontrar grão susceptíveis, mesmo quando misturados a grãos resistentes em ensaios com milho, como demonstram Rosseto (1973) e Santos e Foster (1981).

No Brasil a espécie mais frequente no arroz é o *Sitophilus zeamais*, sua larva vive em apenas um grão de arroz e em cada grão encontra-se somente 1 adulto (GALLO et al., 2002).

Esse inseto causa maior índice de danos nos grãos de cultivos de sequeiros,

por terem mais irregularidades na casca, o que facilita a ovoposição, a alimentação e a emergência do inseto. *Sitophilus* não ataca arroz com casca com integridade física intacta (GALLO et al., 2002; BREESE 1965; Santos e Foster, 1981).

Bertels e Martins (1974) indicaram *Sitophilus* sp. como uma das pragas mais importantes para o arroz armazenado.

Segundo Smiderle et al. (1997), sementes de arroz irrigado, infestadas artificialmente por populações de *Sitophilus* sp. e armazenadas, sofrem redução no peso, e diminuem seus percentuais de germinação quando infestadas por pelo menos 20 insetos/100g.

Com relação a preferência ao ataque da cultura do arroz, Rosseto (1973) avalia que algumas variedades são preferidas, quer seja em relação a sua constituição genotípica, quer seja por outros fatores não identificados.

Silva (1996), verificou o ataque de *Sitophilus* em variedades de arroz, entre essas IAC-47 e concluiu que todas se mostraram susceptíveis ao ataque e infestação, sendo que IAC-47 foi uma das variedades que apresentou menor emergência de insetos.

Fontes et al. (2003) observaram que variedades de arroz submetidas a condições artificiais de infestação por *S. oryzae* e *S. zeamais* ocasionaram perda de até 50% em grãos armazenados, com destaque para a variedade Caiapó que se mostrou muito susceptível.

2.4.2 *Sitophilus* sp. e qualidade nutricional do grão

A qualidade nutricional de alimentos raramente é relacionada a preferência alimentar dos insetos, sendo que a pesquisa nessa área deve considerar que a preferência por determinada variedade vai muito além de problemas mecânicos e ambientais (CHABOUSSOU, 1987).

Chaboussou (1987) relaciona o ataque de insetos a estímulos ligados a qualidade nutricional: Os *token stimuli* e os **estímulos gustativos**. Esse último atribui a preferência de insetos a determinados alimentos que tenham atributos nutricionais dos grupos dos glicídios, protédeos e vitaminas. Esse autor com a teoria

da trofobiose afirma que uma planta fica mais vulnerável ao ataque de pragas quando essas encontram em tecidos vegetais teores altos de aminoácidos livres, açúcares e minerais solúveis, condição esta fornecida, no caso dos aminoácidos livres, pelo uso excessivos de adubos nitrogenados. Chaboussou (1987), relacionou a preferência de pragas à disponibilidade de elementos como aminoácidos e glicídios em face a fatores diversos como: época do ano, tipo de variedade, idade da planta e tipo de adubação realizada.

Em estudos com cultivares de batatas (*Solanum tuberosum* L.), Azeredo et al. (2002) constataram que o aumento das doses de nitrogênio aumentou a infestação de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). Nesse mesmo estudo, identificaram também que o aumento do teor de aminoácidos livres aumentou a infestação de *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Nocteridae).

Knapp et al. (1965) estudando a preferência de *Heliothis zea* (Lepidoptera: Nocteridae) por variedades de milho, demonstrou que em linhagens susceptíveis eram encontradas concentrações maiores de proteínas.

Boiça Júnior et al. (1996) constataram preferência de *Sitophilus* sp. por variedades de milhos cultivadas em solos adubados com nitrogênio e potássio em relação as variedades em solo sem adubação.

Marzaro Júnior et al. (2007) não conseguiram relacionar a preferência de *Sitophilus* sp. em estudo de grãos armazenados envolvendo cinco variedades melhoradas de milhos, com diversos níveis de adubação com macro e micro nutrientes, incluindo adubação orgânica.

3 PROTEÍNAS DE RESERVA EM SEMENTES DE VARIEDADES LOCAIS E MELHORADAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) COM DIFERENTES FORMAS DE MANEJO DO SOLO.

Resumo

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma importante cultura no contexto produtivo e alimentar no Estado do Maranhão. As sementes de arroz locais têm importante papel na garantia da segurança alimentar dos agricultores familiares. Desenvolveu-se esse trabalho com o objetivo de avaliar 07 variedades tradicionais e 07 variedades melhoradas em seus aspectos ligados a produção, a quantidade e qualidade de proteína nos grãos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campus da Universidade Estadual do Maranhão em delineamento estatístico inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições, testemunha, solo com acidez corrigida e com adubação completa e solo proveniente do corte e queima da vegetação secundária (capoeira). Foram analisados os aspectos físicos e morfológicos das variedades (peso, altura e quantidade de perfilhos), aspectos relacionados a produção (produção total de grãos e produtividade por planta), e a proteína nos grãos (quantidade de proteína bruta e as frações protéicas). As variedades no tratamento adubado tiveram maior capacidade de perfilhamento e de produção, destacando-se nesse caso a variedade local conhecida como arroz preto (preto). As variedades melhoradas adubadas apresentaram maiores teores de proteína bruta. Os grãos das variedades agulha, agulha branco, bacaba, caboclo e preto da testemunha alcançaram maiores quantidades de glutelina. As variedades do tratamento adubado obtiveram menores teores de glutelina, demonstrando que a adubação não determina a qualidade da proteína.

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) is an important crop and food production in the State of Maranhão. The seeds of traditional rice have an important role in ensuring the food security of farmers. Developed in this work is to evaluate 07 traditional varieties and 07 improved varieties in its aspects related to production, the quantity and quality of protein in grains. The experiment was conducted in a greenhouse on the campus of State University of Maranhão in randomized statistical design with 4 replications and 3 treatments, which were: sieved soil only (control), soil acidity corrected and complete fertilization and soil from the slash and burning of secondary vegetation (capoeira). We analyzed the morphological and physical aspects of the varieties (weight, height and number of tillers), aspects related to production (total production of grains and yield per plant) and protein in grain (context protein and protein fractions). The varieties in the fertilized treatment had a higher tillering capacity and production and productivity, especially in this case the local variety known as rice preto. The improved varieties fertilized had higher crude protein. The varieties of local control achieved greater amounts of glutelin: Agulha, agulha branco, bacaba, caboclo and preto. The varieties fertilized treatment had lower levels of glutelin, demonstrating that the fertilizer does not determine the quality of the protein.

3.1 Introdução

A cultura do arroz é base da alimentação de mais da metade da população mundial, principalmente entre os países mais pobres, como o Brasil. Segundo a FAO (2005), o arroz é responsável pelo fornecimento de 20% da energia e 15% da proteínas consumidas em todo mundo. No Brasil o consumo está em torno de 47 quilos por pessoa/ano, ocupando o 16º lugar no cenário mundial, responsável pelo fornecimento de 15% dos carboidratos e 10% das proteínas (WALTER et al., 2008; FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006).

No Maranhão a produção e o consumo de arroz são bastantes expressivos, situa-se entre os três maiores produtores do país com 680 mil toneladas, de acordo com a safra 2007/2008 (CONAB, 2008). A média de consumo anual no Maranhão é de 80 kg *per capita*, maior que a nacional de 50 quilos por pessoa/ano, próximo do consumo vietnamita, maior consumidor mundial, que tem a média anual de aproximadamente 223 quilos *per capita* ao ano (VILLAR et al., 2001; FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006; PEREIRA, 2002).

O principal fator para a qualidade nutricional do grão de arroz é a quantidade da proteína bruta (PB), sendo o nitrogênio (N) o elemento determinante para a quantidade e qualidade protéica dos grãos. O nitrogênio em forma de insumo é de difícil acesso ao pequeno produtor o que ocasiona baixa produtividade e conseqüentemente a diminuição do consumo de proteína de alta qualidade, proporcionando maior fragilidade em relação a segurança alimentar e nutricional das populações mais pobres.

Com a diminuição das reservas de petróleo no mundo há um aumento progressivo no preço dos insumos nitrogenados, tornando-se necessário buscar outro caminho diferente do proposto pela Revolução Verde que era o aumento da quantidade de alimento em função do aumento da quantidade de fertilizantes. Neste novo cenário torna-se necessário a busca para melhorar variedades mais eficientes no uso de nitrogênio, sendo que as variedades locais de arroz do Maranhão tem importantes contribuição neste sentido como demonstrado em pesquisa realizada por Ferraz Jr. et al.,(1997).

O conhecimento das variedades locais, assim como todas às práticas e saberes a elas associadas são importantes passos para a melhoria da eficiência de utilização de nitrogênio, assim como para o desenvolvimento de variedades que possam fortalecer a segurança alimentar e nutricional, sendo o Maranhão um importante Estado neste contexto. Se faz necessário a construção de políticas pautadas em pesquisas que tenham como base o conhecimento da agrobiodiversidade para o desenvolvimento de programas que propiciem o melhoramento de cultivos e criações adaptadas aos diferentes agroecossistemas.

As variedades escolhidas pela produção familiar possuem características que

vão além da alta produtividade e resistência a pragas e doenças. Também são observadas características que constroem uma relação de confiança, repassadas através da sua ancestralidade, como o poder de resiliência face a mudanças climáticas ou a capacidade de adaptação em diferentes sistemas de cultivos e classes de solos, pois não se pode esquecer que a maioria da agricultura familiar maranhense desenvolve uma agricultura itinerante baseada na mineralização da biomassa nativa por meio de queimadas.

Outro importante saber da agricultura familiar maranhense é a capacidade de consorciar diferentes variedades em um mesmo cultivo, diminuindo assim os impactos ao ataque de pragas ou veranicos, pois essas associações são realizadas com plantas de diferentes aptidões, o que não acontece nas monoculturas que a faz depender de grandes quantidades de insumos externos.

Tendo em vista esse cenário o presente trabalho teve por objetivo, avaliar quatorze variedades de arroz, entre locais e melhoradas, submetidas a três tipos diferentes de manejos a fim de identificar quais variedades acumulam maiores quantidades de proteína bruta e suas frações protéicas nos grãos, relacionando-as com suas características morfo-agronômicas.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Variedades utilizadas no experimento

Foram utilizadas quatorze variedades de arroz, sendo sete tradicionais, também conhecidas como crioulas ou caboclas e sete variedades melhoradas, duas fornecidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e cinco pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – Arroz e Feijão), sendo todas variedades recomendadas para sistemas de cultivos em terras altas (Figura 1) (Tabela 1). As variedades IAC-47 e IAC-25 foram escolhidas por terem obtido bons resultados em pesquisas anteriores, e as demais variedades melhoradas foram recomendadas pela EMBRAPA para o Maranhão distribuídas nas safras 2003/2004 .

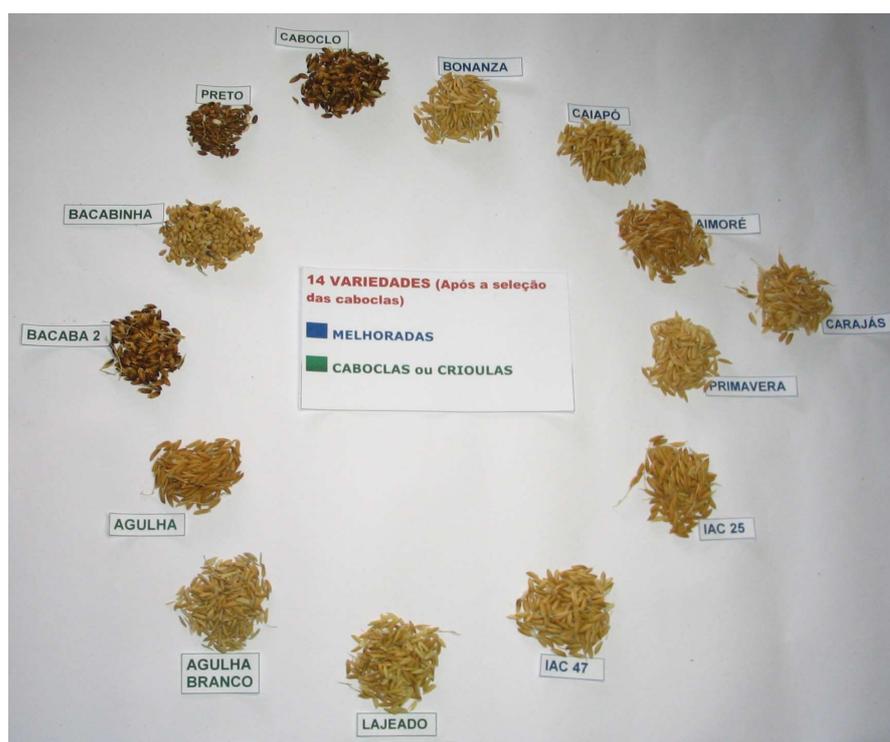


Figura 1. Variedades locais e melhoradas utilizadas no experimento. São Luís (2004)

TABELA 1. Caracterização das variedades de arroz melhoradas cultivadas em diferentes tipos de manejo de solos, São Luís (MA), 2005.

Variedades	Ano de Lançamento	Ciclo	Estados recomendados
Caiapó	1994	médio	Amazonas, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, Roraima e Tocantins
Carajás	1994	curto	Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Piauí, Tocantins.
Primavera	1997	curto	Sistema de Terras altas tradicional
Bonança	2000	curto	Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Piauí
Aimoré	2000	curto	-
IAC 47	1973	médio	-
IAC 25	1974	médio	-

Fonte: EMBRAPA (2008); EMBRAPA (2004); Fornasieri Filho e Fornasieri (2006).

As variedades carajás, aimoré e bonança foram distribuídas pela Gerência de Estado da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Maranhão (GEAGRO)

aos agricultores familiares nas safras 2002/2003 e 2003/2004, como foi informado em resposta a consulta realizada a Subgerência de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.

As variedades tradicionais de arroz usadas neste trabalho foram coletadas em dois municípios de duas microrregiões diferentes do Estado (Microrregião da Baixada Maranhense e Microrregião de Rosário), relacionada na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2. Variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) coletadas e suas respectivas coordenadas geográficas, São Luís (MA), 2004.

Variedades	Tempo de uso (anos)	Tipo de Cultivo	Coordenadas		Municípios
			Sul (S)	Oeste (W)	
Bacabinha	20	várzea / sequeiro	03° 06' 752"	45° 06' 863"	Santa Rita
Agulha branco	15	várzea / sequeiro	03° 13' 012"	44° 13' 857"	
Caboclo	20	várzea / sequeiro			
Lajeado	45	várzea			
Bacaba2	28	sequeiro	03° 06' 752"	45° 06' 863"	Viana
Agulha	15	várzea / sequeiro			
Preto	20	várzea / sequeiro			

As visitas para coleta das variedades locais foram realizadas em municípios pertencentes à área de atuação do programa agroecológico da Sociedade Maranhense de Direitos Humanos (Viana) e da Associação Agroecológica Tijupá (Santa Rita). Todas as variedades foram doadas por agricultores para a realização do presente trabalho.

Todo material coletado, foi numerado e referenciado com seus dados coletados em ficha e embalado em sacos de papel, sendo que o tamanho da amostra dependeu da disponibilidade desta parte do agricultor, mas todas foram igual ou superior a 100 gramas. Além da coleta foi realizada a aplicação de um questionário a fim de levantar informações sobre as variedades.

3.2.2 Implantação do experimento

O experimento de delineamento estatístico inteiramente casualizado foi implantado em vasos com oito quilos de solo dispostos ao acaso no chão da casa de vegetação na área do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural – NTER da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) (Figura 2).



Figura 2. Vasos dispostos aleatoriamente na casa de vegetação, Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural – NTER / UEMA, 2005

3.2.2.1 Preparo do solo e plantio

Foram coletadas dois tipos de amostras de solos: área de terra nua o qual foi usado no tratamento testemunha e solo de uma área de vegetação secundária de oito anos em estágio arbustivo, ambas da área do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural – NTER da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Estas amostras foram enviadas para análise no Laboratório Terra Brasileira, localizado em Balsas (MA).

Os solos utilizados no experimento segundo análise de solos, possuíam

acidez muito alta, deficiência de fósforo (P), potássio (K), baixos teores de cálcio (Ca), deficiência de magnésio (Mg), baixa toxicidade por alumínio (Al³⁺), baixa CTC efetiva, baixa saturação por bases (V%). Com relação a saturação por Al (m), o solo coletado em área queimada apresentou baixa saturação e o solos testemunha média saturação. O teor de matéria orgânica (M.O.) apresentou altos níveis nos dois solos. No caso dos micronutrientes apresentaram segundo a análise baixos teores de cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B). Em relação ao manganês o solo testemunha apresentou teores médios e o que foi queimado altos teores (Tabela 3)

Tabela 3. Resultados de análise de solos de macro e micronutrientes de solos peneirado (testemunha) e solo usado no tratamento queimado, NTER/ UEMA, 2005.

AMOSTRA	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m	Ca	Mg	K	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	CaCl ₂	g/ kg	mg/ dm ³	cmol/ dm ³							%.....mg/ dm ³								
Testemunha	4,1	12	1,2	0,05	0,4	0,1	0,4	1,6	0,5	2,2	24	43	19	3	2,1	8	139	4	0,2	0,5	0,1
Queimado	4,3	16	1,3	0,05	1	0,3	0,1	1,6	1,3	3	44	7	33	9	1,5	6	120	16	0,1	0,5	0,2

Fonte: Laboratório Terra Brasileira, Balsas (MA), 2005.

No experimento foram utilizados três tipos de preparo de solo referentes aos três tratamentos do experimento: solo com correção da acidez e adubação de macro e micronutrientes antes do plantio (tratamento adubado), solo proveniente de uma área que teve sua vegetação arbustiva de oito anos queimada (tratamento queimado) (Figura 3) e solo apenas peneirado (testemunha). Para a correção da acidez foi aplicado CaCO₃ (Carbonato de Cálcio) e MgCO₃ (Carbonato de Magnésio). Na adubação de macronutrientes e micronutrientes foi aplicada segundo a recomendação de adubação, sendo utilizado como fonte de nutriente: Uréia (N), superfosfato triplo (P) e Cloreto de potássio (K).

As variedades foram plantadas em 11/09/2004 e a colheita foi realizada entre os dias 07/12/2004 a 07/01/2005. Utilizou-se 20 sementes por vaso no plantio em 8dm³ de Terra fresca seca ao ar (TFSA).

O plantio foi realizado entre as temperaturas de 25,5°C e 30°C, ficando em média de 30°C com umidade relativa do ar em torno de 80%. O corte da parte aérea foi realizado no mesmo período da colheita que teve médias de temperaturas de

30,5°C e umidade relativa do ar a 80% (INPE, 2008).



Figura 3. Área que foi queimada para retirada de solo, no detalhe a área depois de queimada, NTER / UEMA, 2004.

3.2.3 Condução do experimento

Durante todo o ciclo vegetativo do arroz realizou-se a irrigação manual adicionando-se água para manter a umidade do solo em torno de 80% da capacidade de retenção da água.

Todas plantas tiveram medidas suas alturas e quantificados o número de perfilhos. De acordo com Fonseca et al., (1982), a altura das plantas de arroz é a distância entre a superfície do solo até a extremidade da panícula do perfilho mais alto (Figura 4).



Figura 4. Experimento em desenvolvimento em casa de vegetação, NTER, UEMA, 2004.

3.2.4 Coleta do material seco e fresco

A coleta do material fresco da parte aérea e raiz foi feita após o amadurecimento dos grãos e colocados em estufa a 65°C por 48 horas. Pesando-se o material em balança de precisão antes e depois da secagem. Os grãos foram coletados ainda nas panículas e deixados secar ao sol por dois dias, sendo depois pesados e armazenados em refrigerador com temperatura de 10°C.

3.2.5 Dados físicos dos grãos

A medição de altura, comprimento, espessura e largura dos grãos com casca e sem casca foi realizada no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Sendo medidos 30 grãos com casca e sem casca de cada amostra, utilizando-se para isso um paquímetro, identificando altura, comprimento e espessura dos grãos.

De acordo com Fonseca et al., (1982), a determinação destas características nos grãos devem estar de acordo com os seguintes parâmetros:

Classe do grão: Determinado pelo comprimento do grão após descasque.

1. Curto – comprimento < 5,00 mm
2. Médio – comprimento entre 5,00 a menos de 6,00 mm
3. Longo – comprimento \geq 6,00 mm
4. Longo-fino – comprimento \geq 6,00 mm; espessura \leq 1,90 mm e relação comprimento largura > 2,75 mm

Forma do grão: Classificada com base na relação comprimento e largura (C/L) dos grãos descascados, não polidos, considerando-se a escala.

1. Arredondado – C/L < 1,50
2. Semi-arredondada – C/L entre 1,50 e 2,00
3. Meio-alongado – C/L entre 2,00 e 2,75
4. Alongado – C/L entre 2,76 e 3,50
5. Muito alongado – C/L > 3,50

3.2.5.1 Preparo das amostras para análise de proteínas

Os grãos foram descascados e moídos em almofariz, transformados em farinha para passar por uma peneira de 60 mesh. A farinha obtida foi utilizada na sequência para análises de N-Total, proteína bruta e fracionamento com quantificação de proteínas.

3.2.6 Determinação de n-total e proteína bruta dos grãos

O N-Total foi determinado pelo método de arraste a vapor (TEDESCO et al.,1995). Foram utilizadas 200 mg de cada amostra moída e colocados em tubo de digestão, em capela de exaustão. Sendo adicionados 1 mL de H₂O₂ 30%, 1,5 ml de H₂SO₄ concentrado e 0,7 g de mistura catalisadora. Os tubos foram colocados em blocos digestores, e submetidos à temperaturas crescentes até total digestão. O material digerido foi destilado por arraste a vapor e titulado com H₂SO₄ a 0,05 N padronizado com tris, visando a determinação do teor de nitrogênio (em %). Para

obtenção do n-total multiplicou-se esta porcentagem pelo peso da amostra seca. O resultado de cada amostra foi multiplicado por 5,95 fator baseado em 16,8% de glutelina que é a principal proteína de reserva do arroz (JULIANO, 1985).

3.2.7 Extração das frações protéicas dos grãos

A extração sequencial de proteínas foi feita segundo Souza (1990), com modificações. Amostras de 120 mg de farinha foram colocada em tubos de centrífuga de 2 mL, procedendo-se em seguidas às extrações das frações de proteína.

Extração Salina: 1,5 mL de solução salina (2,9% NaCl + 0,002% Na-EDTA) foram adicionados às amostras. Durante um período de 30 minutos os tubos foram agitados à temperatura ambiente. Após este tempo, as amostras foram centrifugadas a 12000 g / 10 minutos a 10°C. O sobrenadante foi separado e, em seguida, determinou-se o teor de albumina + globulina pelo método de Bradford (1976). Repetiu-se a operação de extração e determinação de proteína até que toda a proteína tivesse sido extraída. Sendo assim, foram necessárias mais 3 repetições.

Extração Alcoólica: Ao resíduo da extração salina, adicionou-se 1,5mL de solução alcoólica (50% isopropanol, 41 mM tris, 40 mM ácido bórico, 0,6% mercaptanol). Durante um período de 30 minutos os tubos foram agitados e, em seguida, centrifugados a 1200 g / 10 minutos a 10°C. O sobrenadante foi separado e, em seguida, determinou-se o teor de prolamina pelo método de Bradford (1976). Repetiu-se a operação de extração e determinação de proteína até que toda a proteína tivesse sido extraída. Sendo assim, foram necessárias mais 2 repetições.

Extração Alcalina: Ao resíduo da extração alcoólica, adicionou-se 1,5mL de solução alcalina (0,48% Ácido Bórico + 0,4% NaOH). Durante um período de 30 minutos os tubos foram agitados e, em seguida, centrifugados a 1200 g / 10 minutos a 10°C. O sobrenadante foi separado e, em seguida, determinou-se o teor de glutelina pelo método de Bradford (1976). Repetiu-se a operação de extração e determinação de proteína até que toda a proteína tivesse sido extraída. Foram necessárias mais 6

repetições, porém com tempos de permanência à temperatura ambiente de 60 minutos cada.

Em 0,1 mL do extrato protéico foi adicionado 5ml de solução azul brilhante de cromassie G-250 (100 mg de azul brilhante de cromassie G-250 + 50 mL de etanol 50% + 100 mL de ácido Fosfórico 85%). Após 2 minutos de incubação, a densidade ótica a 595 nm medida com um padrão de BSA (albumina de soro bovino) de 10-1000mg/0,1mL.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Dados Físicos das variedades

3.3.1.1 Morfologia dos grãos

Na análise dos padrões de classe e forma dos grãos das variedades estudadas, seguindo a referência de Fonseca et al. (1982), verificou-se que a maioria das variedades de arroz foram classificadas como classe longo-fino e forma muito-alongada. A variedade Caboclo foi classificada como da classe longo e forma meio-alongada. As variedades Bacabinha e Agulha Branco estão dentro dos parâmetro da classe médio, sendo que Bacabinha com forma semi-arredondada e Agulha Branco de forma muito-alongada . Os tratamentos não alteram a classe e a forma dos grãos (Tabela 4).

Tabela 4. Classe e forma dos grãos de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas em diferentes manejos de solo. São Luís (MA), 2005.

Variedades	Comprimento	Largura	Espessura	C/L	Classe	Forma
Caboclo	7,3	2,65	1,51	2,75	Longa	Meio-alongada
Bacabinha	5,1	2,7	1,5	1,89	Média	Semi-alongada
Lajeado	7,38	1,97	1,44	3,75	Longa-fina	Muito-alongada
Bacaba 2	8,7	2,59	1,58	3,36	Longa-fina	Alongada
Agulha	7,79	1,87	1,5	4,17	Longa-fina	Muito-alongada

Agulha Branco	5,87	1,66	1,35	3,54	Média	Muito-alongada
Preto	7,79	2,46	1,5	3,17	Longa-fina	Muito-alongada
IAC -25	8,4	2,35	1,5	3,57	Longa-fina	Muito-alongada
IAC -47	8,95	2,2	1,5	4,07	Longa-fina	Muito-alongada
Caiapó	8	2,05	1,46	3,9	Longa-fina	Muito-alongada
Carajás	8	2,23	1,41	3,59	Longa-fina	Muito-alongada
Primavera	8,22	1,5	1,33	5,48	Longa-fina	Muito-alongada
Bonança	7,9	1,66	1,44	4,76	Longa-fina	Muito-alongada
Aimoré	8,23	1,7	1,48	4,84	Longa-fina	Muito-alongada

A correlação entre comprimento do grão e teor de proteína bruta do grão, apesar de positiva, foram muito baixa, diferindo do encontrado por Araújo (2006) que constataram correlação negativa entre comprimento de grãos e teor de proteína bruta ao estudar variedades locais de arroz. Observou-se correlação negativa entre o teor de albumina+globulina e o comprimento de grão. Já a correlação entre comprimento do grão e glutelina foi positiva, sugerindo que as variedades de comprimento de grãos longo possuem maior qualidade protéica (Figura 5).

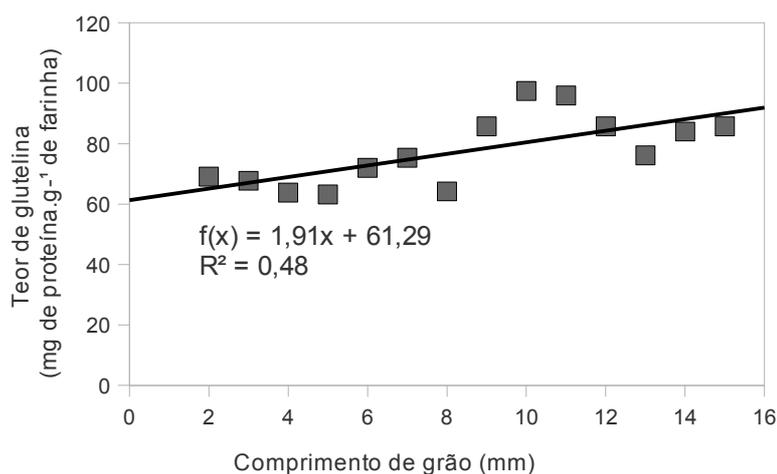


Figura 5. Relação entre teor de glutelina e comprimento nos grãos de arroz do Maranhão.

3.3.1.2 Altura das plantas

As menores alturas de plantas foram observadas no tratamento testemunha, enquanto que a adubação resultou em valores maiores (Figura 6). Em relação as variedades, a maioria não apresentou diferença estatística entre os tratamentos testemunha e com adubação. Somente as variedades Agulha e Preto apresentaram diferença estatística. Nas variedades IAC 25, Caiapó e Aimoré não houve efeito do tipo de manejo utilizado, pois não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. As variedades IAC 25, IAC 47, Caiapó e Carajás não apresentaram diferença entre os tratamentos com adubação e o com solo proveniente de área queimada.

As variedades que apresentaram maiores médias de alturas de plantas foram Preto e IAC-47. As menores médias entre as variedades foram alcançadas entre as melhoradas, com destaque para as variedades Aimoré e IAC 25 (Figura 6). Segundo Fornasieri Filho e Fornasieri (2006) as variedades de menor porte são preferidas para o cultivo de terras altas, e em geral, lhes é atribuída melhores respostas á adubação nitrogenada, ou seja, são consideradas mais produtivas. No entanto não foi encontrada correlação entre a altura e produtividade no presente estudo.

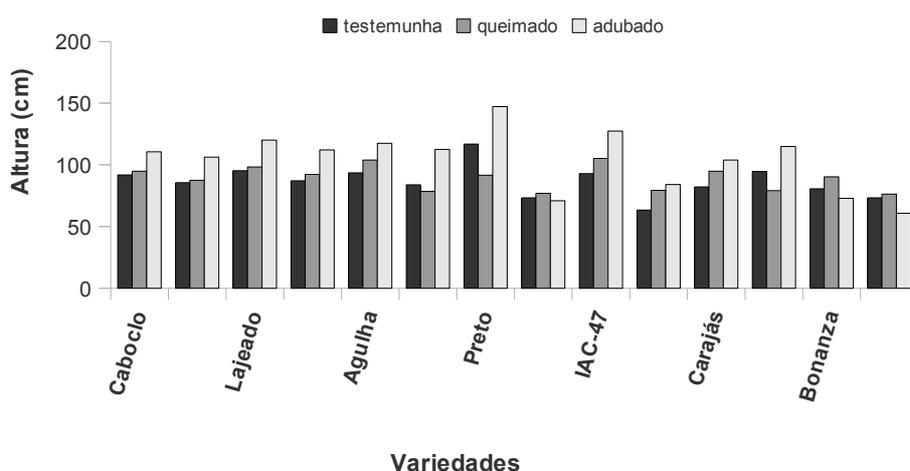


Figura 6. Altura de planta de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas

em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.

Os valores de altura de plantas e teor de proteína bruta dos grãos apresentam correlação negativa (Figura 7). Sugerindo que plantas mais compactas produzem grãos com maiores teores de proteína bruta.

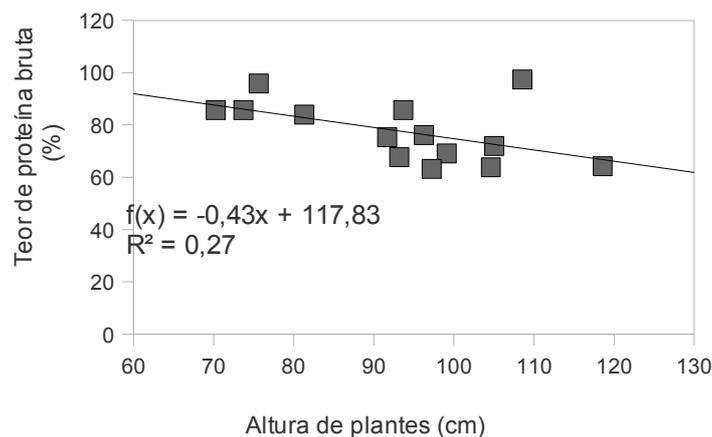


Figura 7. Relação entre teor de proteína bruta e altura de plantas de arroz do Maranhão.

As variedades que ficaram na faixa de altura entre 63 e 112 cm obtiveram os melhores resultados com relação ao teor de proteína bruta no grão, principalmente no tratamento adubado no qual as variedades melhoradas alcançaram melhores teores de PB: Caiapó, IAC 25 e IAC 47.

3.3.1.3 Número de perfilhos

Em relação ao número de perfilhos por vaso, as variedades do tratamento adubado obtiveram maiores médias e o tratamento testemunha as menores.

Na interação entre os tratamentos e as variedades, não houve diferença estatística entre as variedades no tratamento testemunha e nos solos provenientes de queimada (tratamento solo queimado). As variedades Caboclo, Agulha e IAC 47, Primavera e Bonança, não diferiram entre os tratamentos.

A variedade melhorada Bonança no tratamento adubado teve a maior quantidade de perfilhos (18), seguidas das variedades Primavera (11) , Caiapó (11) e Lajeado (11), sem diferença entre si. As variedades Bacaba, Preto, Agulha, IAC 47 e Aimoré ficaram agrupadas em um terceiro grupo com entre 8 e 10 perfilhos, no tratamento adubado, sem diferença entre essas variedades. Na testemunha a variedade IAC-47 teve o menor número de perfilho (1), juntamente com Carajás (1). As variedades Lajeado e Agulha tiveram os maiores quantidade de perfilhamento nos tratamento testemunha e queimado (Figura 8). Segundo Areia (2004), a característica de perfilhamento é um dos principais atributos de variedades com alta produtividade, em estudo realizado com variedades locais do Maranhão. Entre as variedades estudadas, destacaram-se Bonança, Primavera, Caiapó e Lajeado em solos com adubação completa e Lajeado, Agulha, Agulha Branco e Preto em solo sem adubação e em proveniente de área queimada.

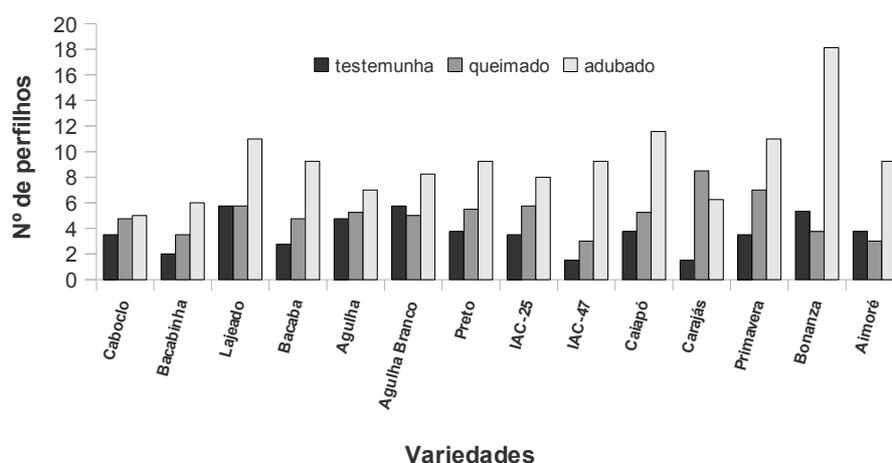


Figura 8. Número de perfilho de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.

Esses resultados ressaltam as diferenças entre os processos de melhoramento das variedades de arroz utilizados

3.3.1.4 Massa Fresca e Massa Seca (parte aérea e raiz)

As variedades que alcançaram maiores pesos (g) na parte aérea fresca foram Lajeado (239,72) e Preto (118,61). Em nove variedades das 14 do experimento, a adubação resultou em maiores médias de pesos de parte aérea (134,60) em relação aos outros tratamentos, entre essas variedades Lajeado (449,95), Preto (231,11), Primavera (148,62), IAC 47 (141,20), Carajás (136,72), Caboclo (136,53) e Agulha Branco (116,71) obtiveram as maiores pesagens, o que podemos sugerir como uma resposta direta a adubação nitrogenada (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006; BRANCHER et al., 1997). No solo proveniente de queimada, quatro variedades alcançaram maiores pesos da parte aérea fresca em comparação aos demais tratamentos, sendo uma variedade local Agulha (111,99 g) e as demais melhoradas: Primavera (67,09), Bonança (73,04) e Aimoré (76,38). No tratamento testemunha destacou-se a variedade Bacabinha (77,69) que alcançou maior peso fresco da parte aérea, superando os outros tratamentos. As variedades locais obtiveram maiores pesos em todos os tratamentos. A variedade IAC-47 é a única do grupo das melhoradas que aparece entre as com maiores médias de peso da parte aérea fresca.

Em relação ao peso seco da parte aérea (g) os tratamentos seguiram a mesma sequência das médias do peso fresco da parte aérea, com as variedades locais apresentando maiores médias, o que reafirma a resposta da adubação nitrogenada, com destaque para as variedades: Lajeado (105,96), Preto (54,73) e Agulha Branco (53,92). No caso das variedades melhoradas cita-se IAC-25 (41,05), Primavera (40,84) e Caiapó (40,00) com maiores médias de peso.

Em geral, as variedades adubadas perderam maior quantidade de água em relação a testemunha, como também o tratamento queimado, demonstrado pela maioria das variedades desse tratamento. As variedades IAC-47 (29,09), Carajás (29,12), Bonança (29,02), Primavera (28,17) e Aimoré (25,79), não apresentaram diferenças estatística.

No caso dos tratamentos que tiveram maior peso de raiz seca observou-se diferenças em relação aos resultados da parte aérea, ficando as maiores médias de

peso por ordem crescente: queimado (32,8g), testemunha (32,01g) e adubado (23,76g). As variedades com maior peso seco da raiz (queimado) foram: IAC-47 (88,56) e Aimoré (107,35). A variedade Aimoré obteve o maior peso seco de raiz no tratamento queimado, tendo como contraponto a variedade IAC-47 (15,42) no tratamento adubado com o menor peso médio. Na análise de interação entre os tratamentos e as variedades, com exceção da variedade Lajeado que diferiu no tratamento adubado, as demais não apresentaram diferenças estatística entre os tratamentos.

3.3.2 Aspectos produtivos das variedades relacionados a análise dos grãos

3.3.2.1 Produção de Grãos

As variedades locais obtiveram maiores produções de grãos por vaso, dentre as quais as variedades Agulha, Lajeado, Preto e Agulha Branco diferenciaram-se estatisticamente das demais (Figura 9). Em relação ao manejo, os dois tipos foram superiores a Testemunha, sendo que as variedades plantadas em solo adubado apresentaram maiores produções de massa de grãos. No tratamento queimado as variedades Agulha, Lajeado, Caboclo e Agulha Branco aparecem como melhor resultado, com valores em gramas por vaso de 55,83; 53,48; 52,95 e 52,85 respectivamente. A variedade com a menor produção de massa de grão foi a IAC 25 no tratamento testemunha (1,75g) seguida pela variedade Caiapó.

Na interação variedades e tratamentos, as variedades do tratamento testemunha não apresentaram diferença estatística. Na interação entre manejos (tratamentos) e variedades, somente a variedade Carajás obteve resultados estatisticamente iguais entre o testemunha e queimado, as demais diferiram entre os tratamentos, como podemos observar na Figura 9.

De acordo com Ferraz Júnior et al. (1997), que também avaliaram variedades locais maranhenses, essas se sobressaíram em produção de massa de grãos em relação as melhoradas. A variedade de arroz local maranhense estudada por Malheiros (2008) sem adição de adubação foi superior a variedade melhorada em

mesma condição e não houve diferença estatística para variedade melhorada quando adubada, demonstrando o potencial produtivo das variedades locais. Já Porto et al. (2007) analisando variedade local em comparação com melhoradas, constataram que as melhoradas Caiapó e Primavera obtiveram produção de grãos superior a local.

É interessante notar um comportamento diferencial entre os dois grupos de variedades estudadas, as variedades tradicionais responderam melhor ao solo proveniente de queimada quando comparado com a variedades melhoradas, sugerindo que essas foram adaptadas pela uso em cultivos de corte e queima, característica da pequena agricultura familiar maranhense.

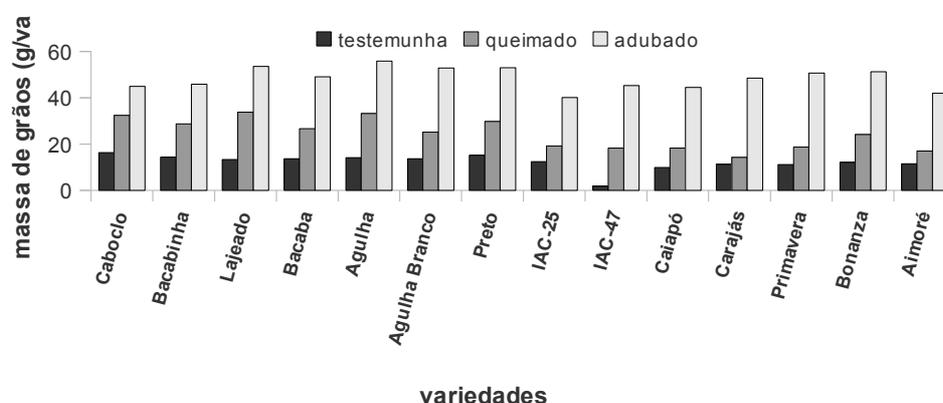


Figura 9. Massa de grãos por vaso (em gramas) de 14 variedades locais e melhoradas de arroz cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.

Observou-se correlação negativa e significativa (R^2) entre a produção de grãos e os teores de proteína bruta dos grãos (Figura 10). Resultado que também foi encontrado por Ferraz Júnior et al. (2001) e Araújo (2002) estudando variedades de arroz do Maranhão.

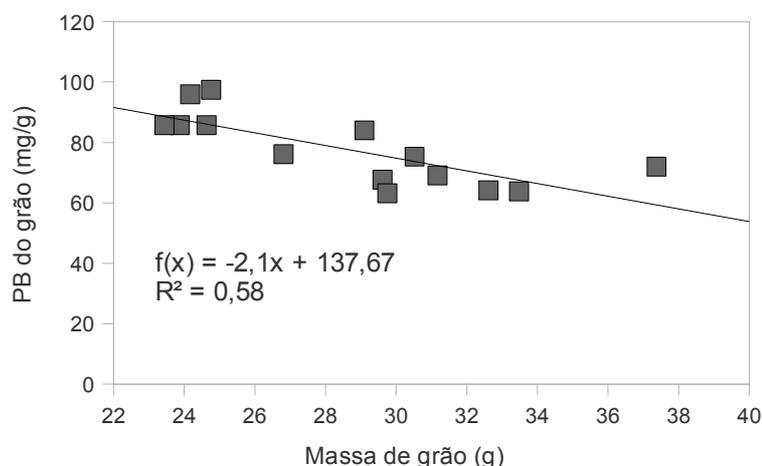


Figura 10. Regressão entre massa total de grãos (g) e teor de proteína bruta (PB) do grão (mg/g) de 14 variedades locais e melhoradas.

Convém observar que apesar de existir uma tendência de consumo de N para a produção de grãos (FLOWLER et al., 1990), existem casos que cultivares possuem diferentes mecanismos eficiência de absorção, assimilação e translocação de N (MOLL et al., 1992), sendo necessário mais pesquisas para que seja possível esclarecer essa tendência.

3.3.2.2 Proteínas dos grãos

3.3.2.2.1 Proteína bruta do grão (PB)

O tratamento adubado resultou em maiores médias de proteína bruta (%) e o queimado com as menores (Figura 11). Em valores absolutos o manejo testemunha (8,11%) não diferiu muito no adubado (8,83%). As variedades melhoradas tiveram as maiores médias: IAC-47 (9,74%), IAC-25 (8,57%), Caiapó (9,59%), Aimoré (8,75%), Carajás (8,57%) e Bonança (8,40%). As menores médias obtidas pelas variedades: Bacaba (6,32%), Lajeado(6,38%), Preto (6,41%), Bacabinha (6,76%) e Caboclo (6,91%). Nos dois casos não houve diferença estatísticas entre as variedades agrupadas. Entre as variedades locais a Agulha (7,53) não diferiu

estatisticamente das variedades melhoradas Primavera(7,61), Bonança, Carajás , IAC-25 e Aimoré, sendo a que mais se destacou entre as locais. Esses resultados estão de acordo com Ferraz Júnior et al. (1997) que obtiveram em variedades melhoradas, maior acúmulo de PB(%) nos grãos em relação a variedades locais maranhenses. Porém diferiu dos resultados obtidos por Araújo (1996), onde as variedades locais maranhenses obtiveram maiores teores de PB no grãos.

A variedade Preto obteve as melhores médias de produção e produtividade (inclusive nos tratamentos sem adubação), mas com baixo teor de proteína bruta, resultados semelhantes foram observados por Souza (1990), Araújo (2002) e Malheiros (2008), em pesquisa com variedades locais de arroz oriundas do Maranhão.

Algumas variedades no tratamento com solos queimado obtiveram resultados que se igualaram ou até mesmo superaram os tratamentos adubado, como no caso das variedades Caboclo, Bacabinha e Carajás. As variedades Caboclo, Bacabinha, Agulha Branco, Lajeado alcançaram maiores teores de proteína bruta na testemunha.

Pouco se conhece sobre a dinâmica de solos queimados em sistemas agrícolas para podermos avaliar o efeito encontrado neste trabalho. Sugere-se que teores de cálcio e magnésio podem ter contribuído para a redução do efeito da toxidez do alumínio, favorecendo assim a absorção de N (MALAVOLTA et al., 2002).

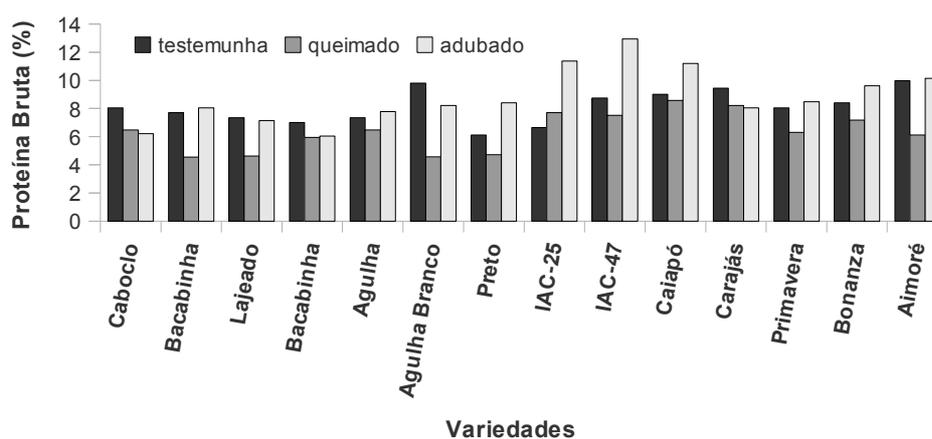


Figura 11. Quantidade de proteína bruta (PB) (%) dos grãos de 14 variedades locais e melhoradas em cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.

3.3.2.2.2 As frações protéicas

O tratamento testemunha obteve as maiores médias do teor de glutelina no grão, seguido do tratamento adubado e queimado, todos com diferença estatística. A variedade Aimoré alcançou a maior teor de glutelina (mg de proteína .g⁻¹ de farinha), seguida pelas variedades locais Agulha e Caboclo (Figura 12). Na interação entre tratamento e variedade, a variedade Lajeado não teve diferença entre os tratamentos e as variedades Bacaba, Caiapó, Carajás e Bonança não tiveram diferenças entre os tratamentos queimado e testemunha.

O aumento de fertilização não se traduziu em elevação dos teores de glutelina, diferenciando dos resultados observados por Souza et al.(1993).

As variedades Caiapó e Carajás tiveram maiores médias e Preto e IAC-25 as menores no tratamento queimado. No tratamento adubado as variedades Caboclo, IAC-25 e Bacabinha obtiveram os mesmos resultados para todas as frações protéicas, em resposta a adubação (Figura 12).

As variedades locais obtiveram menores teores de proteína bruta no grãos e os maiores teores de glutelina: Agulha, Agulha Branco, Bacaba, Caboclo e Preto. Este resultado em particular se diferencia de pesquisa anterior, onde o aumento do teor de PB é acompanhado pelo aumento da fração glutelina (ARAÚJO, 2002).

Com relação ao teor de glutelina, resultados semelhantes foram obtidos em outras pesquisas, onde variedades locais se sobressaíram em relação ao teor de glutelina, como verificado por Malheiros (2008) e Araújo (2002).

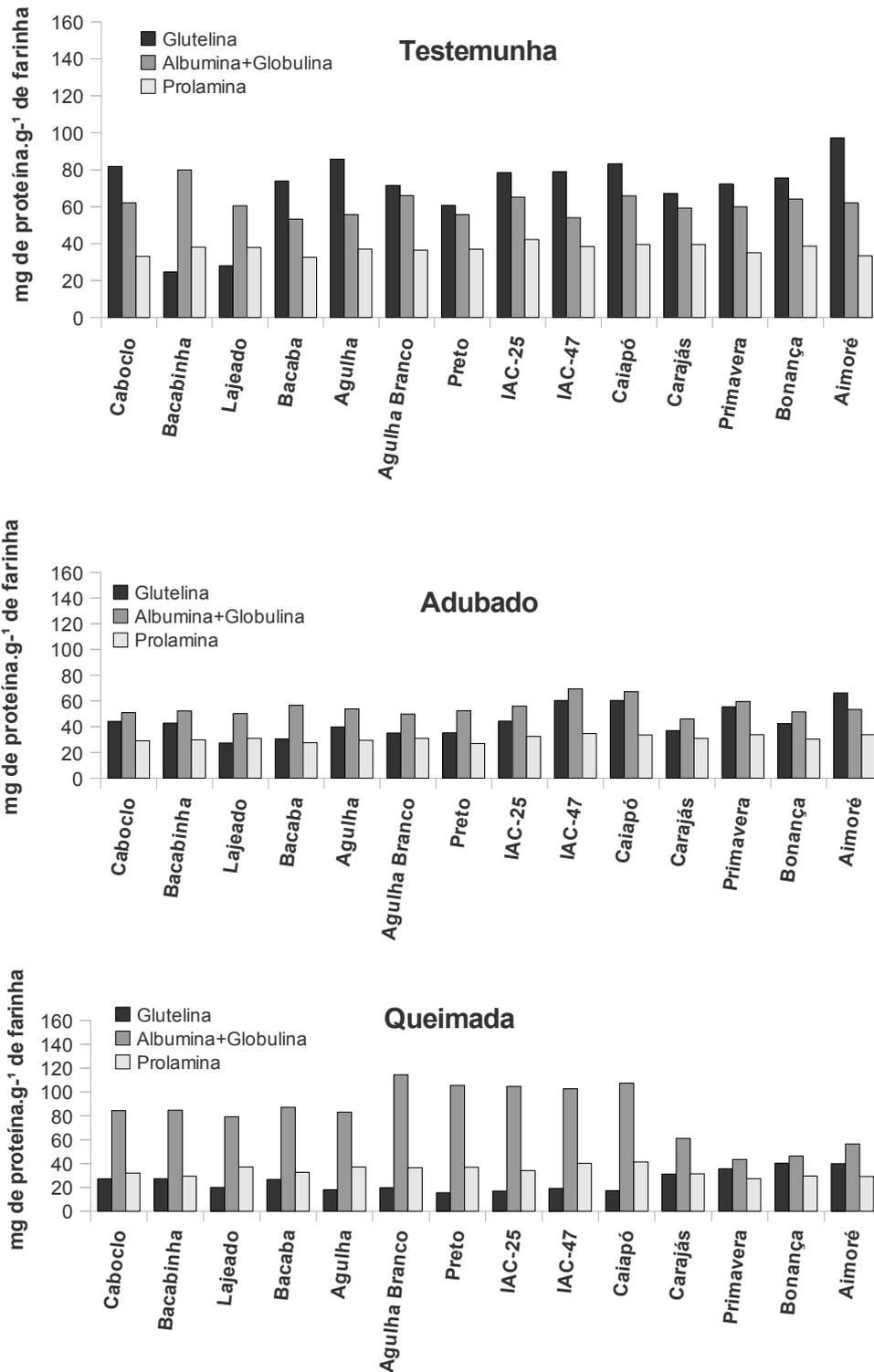


Figura 12. Comparativo dos teores de glutelina, albumina e globulina e prolamina (mg de proteína.g⁻¹ de farinha) em três tipos de manejo (testemunha, queimado e adubado) 14 variedades locais e melhoradas em cultivadas em diferentes tipos de manejo de solo. São Luís (MA), 2005.

Em geral, as variedades obtiveram maiores teores de glutelina que de prolamina em todos os tratamentos mostrando serem cereis de boa qualidade protéica, sendo que no tratamento queimado algumas variedades tiveram teores de prolamina maior que de glutelina o que sugere um problema nos cultivos da pequena agricultura baseado no corte e queima (Figura 12). O tratamento testemunha teve as maiores médias, seguido de queimado e adubado. Na interação entre os tratamentos as variedades IAC-25, IAC-47 e Bonança tiveram as maiores médias de prolamina, sendo que IAC-25 não diferiu das outras duas, e não tiveram diferenças entre os manejos queimado e adubado. As variedades que tiveram menores médias, no tratamento adubado foram: Lajeado, Agulha e Bacaba. Na comparação em nível de 5% as variedades IAC-47 e IAC-25 não tiveram diferenças, não havendo diferença também entre IAC-25, Preto e Agulha Branco. Na interação entre as variedades, IAC-25 e Caboclo, diferem das demais, sendo que IAC-25 obteve a maior média no tratamento testemunha. No tratamento adubado, as variedades Preto, Agulha e Bacaba obtiveram os maiores teores de glutelina.

Foi encontrada correlação significativa entre a prolamina e o teor de proteína bruta (Figura 13).

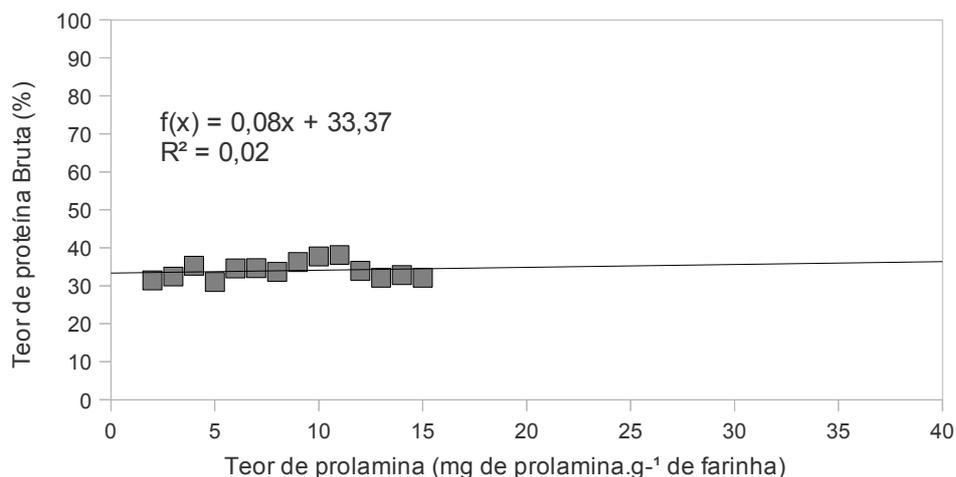


Figura 13. Correlação entre proteína bruta (PB) (%) e teor de prolamina (mg de proteína.g⁻¹ de farinha) de 14 variedades locais e melhoradas.

O tratamento queimado alcançou a maior média de albumina + globulina,

seguida do tratamento testemunha, observando-se as menores médias no tratamento adubado. Somente duas variedades entre melhoradas tiveram médias altas: IAC-25 e IAC-47. As demais foram as locais: Agulha Branco, Bacabinha e Preto, demonstrando novamente qualidade nutricional dessas variedades. Não houve diferenças estatísticas entre locais e melhoradas citadas acima, com exceção das variedades Agulha Branco e Preto que diferiram entre si. Na interação entre tratamento e variedades Agulha Branco, Preto, IAC-25 e IAC-47 foram as que tiveram as maiores médias de albumina + globulina entre os tratamentos (FIGURA 13).

3.4 Conclusões

A produção total dos grãos (g/vaso) se mostrou inversamente proporcional ao comprimento dos grãos.

As variedades locais adubadas possuem maiores capacidades de armazenamento de água na parte aérea e possuem menor massa na raiz;

As variedades melhoradas que foram adubadas apresentaram maior capacidade de perfilhamento por planta;

As variedades locais Agulha, Lajeado, Preto e Agulha branco obtiveram maior produção em presença da adubação completa (macro e micronutrientes).

As variedades melhoradas no tratamento com adubação completa apresentaram maior teor de proteína bruta e nitrogênio total;

As quantidades de glutelina não acompanharam os teores de proteína bruta. As variedades que foram adubadas obtiveram os menores teores de glutelina, enquanto que na testemunha alcançaram os maiores valores, demonstrando que a

adubação não determina a qualidade da proteína do grão.

As variedades locais Agulha, Agulha branco, Bacaba, Caboclo e Preto foram as que obtiveram melhores resultados em relação a teor de proteína bruta, teores de glutelina e produção (massa de grãos), sendo as recomendadas entre as pesquisadas para o Maranhão.

Os resultados demonstram que a estratégia de utilização de variedades locais em sistemas de cultivos tradicionais se mostra eficiente do ponto de vista da qualidade nutricional.

4 PREFERÊNCIA DE *Sitophilus* sp. EM VARIEDADES DE ARROZ TRADICIONAIS E MELHORADAS SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE MANEJO

Resumo

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma importante cultura no contexto produtivo e alimentar no Estado do Maranhão. As sementes de arroz locais têm importante papel na garantia da segurança alimentar dos agricultores familiares. Desenvolveu-se esse trabalho com o objetivo de avaliar sete variedades tradicionais e sete variedades melhoradas na preferência de ataque de *Sitophilus* sp., em diferentes tipos de manejo de solo. O experimento foi conduzido em delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 4 repetições e 3 tratamentos, sendo eles: solo apenas peneirado (testemunha), solo com acidez corrigida e com adubação completa e solo proveniente do corte e queima da vegetação secundária (capoeira). Foram analisadas a preferência de *Sitophilus* sp. pelas variedades por meio de teste de livre chace de escolha, em arena circular. Foi avaliado também a preferência desses insetos em relação a quantidade e qualidade de proteína dos grãos. As variedade do tratamento adubado que apresentaram os maiores teores de proteína bruta foram mais atrativos ao *Sitophilus* sp., sendo observado que há maior preferência desses insetos por variedades com maior teor de prolamina e menor preferência pelas variedades com altos teores de glutelina.

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) is an important crop and food production in the State of Maranhão. The rice seed sites have important role in ensuring the food security of farmers. Developed in this work is to evaluate 07 traditional varieties and 07

improved varieties in preference to attack by *Sitophilus* sp in different types of soil management. The experiment was conducted in randomized statistical design with 4 replications and 3 treatments, which were: sieved soil only (control), soil acidity corrected and complete fertilization and soil from the cutting and burning of secondary vegetation (capoeira). *Sitophilus* sp preference were analyzed by using varieties of test choice, willing to travel arena. It also evaluated the preference of insects for protein quantity and quality of grains. The variety of the fertilized treatment that showed the highest crude protein were more attractive to *Sitophilus* sp. Been observed that there is greater preference of these insects on varieties with higher content of prolamins and lower preference for varieties with high levels of glutelin.

4.1 Introdução

A cultura do arroz é um importante componente da alimentação da maioria da população mundial, principalmente entre os países mais pobres, como o Brasil (FAO, 2008).

No Maranhão a produção e o consumo de arroz são bastantes expressivos, estando atualmente entre os três Estados maiores produtores do país com 680 mil toneladas (CONAB, 2008) e possuindo a maior média nacional de consumo com 50 quilos por pessoa/ano (VILLAR et al., 2001; FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006; PEREIRA, 2002).

O principal fator para a qualidade nutricional do grão de arroz é a quantidade da proteína bruta (PB), sendo o nitrogênio (N) o elemento determinante para a quantidade e qualidade protéica dos grãos. O nitrogênio em forma de insumo é de difícil acesso ao pequeno produtor o que ocasiona baixa produtividade e conseqüentemente a diminuição do consumo de proteína de alta qualidade, proporcionando maior fragilidade em relação a segurança alimentar e nutricional das populações mais pobres.

O conhecimento das variedades locais, assim como todas as práticas e

saberes a elas associadas são importantes passos para a melhoria da eficiência de utilização de nitrogênio, assim como para o desenvolvimento de variedades que possam fortalecer a segurança alimentar e nutricional, sendo o Maranhão um importante Estado neste contexto.

As variedades escolhidas pela produção familiar possuem características particulares que além da produtividade, aspectos alimentares e do poder de resiliência levam em consideração a resistência a pragas e doenças. Um importante saber da agricultura familiar maranhense é a capacidade de consorciar diferentes variedades em um mesmo cultivo, diminuindo assim os impactos do ataque de pragas, pois essas associações são realizadas com plantas de diferentes aptidões, o que não acontece nas monoculturas que a faz depender de grandes quantidades de insumos externos.

Um aspecto importante do sistema cultivo de arroz pela pequena produção familiar no Maranhão é o de sua armazenagem, conferindo perdas constantes pela várias falhas observadas nesse processo. Tradicionalmente são realizados em locais precários e associado a práticas que favorece o ataque de pragas. Um dos principais aspectos está relacionado a deficiência na secagem destes grãos e no local inapropriado da armazenagem que contribui para o aumento da umidade nos grãos o que os deixa mais atrativo aos insetos (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006; PEREIRA, 2002).

O gorgulho do arroz (*Sitophilus* sp.) é uma das principais pragas de grãos armazenados, representando até 20% das perdas (GALLO et al., 2002). Devido a sua capacidade de reprodução e desenvolvimento é de difícil controle, sendo que a condição de armazenagem precária é um importante fator que contribui para a disseminação desse inseto na produção de arroz da agricultura familiar, em especial na maranhense.

As variedades de sementes de arroz melhoradas distribuídas no Plano SAFRA do Governo do Estado do Maranhão nos últimos anos, segundo agricultores maranhenses, são mais suscetíveis ao ataque de gorgulhos (*Sitophilus* sp.) que as variedades locais tradicionalmente cultivadas. Esta suscetibilidade pode estar associada ao processo de melhoramento vegetal destas variedades, pois são

desenvolvidas em centros de pesquisa com condições edafoclimáticas e de cultivos diferentes do nosso Estado (TIJUPÁ, 2004). Segundo CHABOUSSOU (1987), plantas mal nutridas ou nutridas por meio de adubos químicos, são mais suscetíveis ao ataque de pragas. Como as plantas melhoradas são desenvolvidas em uma determinada condições de nutrição e cultivo, em muitos casos possuem baixa capacidade de eficiência e uso do nitrogênio quando disponibilizado em outras formas e em condições de cultivo da agricultura familiar maranhense.

Tendo em vista esse cenário, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar a preferência de *Sitophilus* sp. por variedades melhoradas e locais de arroz em três tipos de manejos. Avaliando ainda a a relação entre preferência desse insetos por diferentes teores de proteína bruta e frações protéicas do grão das variedades.

4.2. Materiais e métodos

4.2.1 Implantação do experimento com *Sitophilus* sp.

O presente experimento contou com duas fases de implantação. Primeiramente foi implantado visando a obtenção de grãos e a segunda fase, expondo esses grãos a presença de *Sitophilus* sp.

Foram utilizadas 14 variedades de arroz, sendo sete tradicionais, também conhecidas como crioulas ou caboclas e sete variedades melhoradas, duas fornecidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e cinco pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – Arroz e Feijão), sendo as variedades melhoradas recomendadas para sistemas de cultivos em terras altas (Tabela 1).

Tabela 1. Variedades melhoradas e locais utilizadas no experimento, com o tipo, origem e recomendações ou tipos de uso praticado pela agricultura familiar.

Variedades	Tipo	Origem	Recomendações / Tipos de uso
Caiapó	melhorada	Embrapa Arroz e Feijão/GO	sequeiro
Carajás	melhorada	Embrapa Arroz e Feijão/GO	sequeiro
Primavera	melhorada	Embrapa Arroz e Feijão/GO	sequeiro
Bonança	melhorada	Embrapa Arroz e Feijão/GO	sequeiro
Aimoré	melhorada	Embrapa Arroz e Feijão/GO	sequeiro
IAC 47	melhorada	Embrapa Arroz e Feijão/GO	sequeiro
IAC 25	melhorada	Embrapa Arroz e Feijão/GO	sequeiro
Bacabinha	local	Santa Rita / MA	várzea / sequeiro
Agulha branco	local	Viana / MA	várzea / sequeiro
Caboclo	local	Viana / MA	várzea / sequeiro
Lajeado	local	Viana / MA	várzea
Bacaba2	local	Viana / MA	sequeiro
Agulha	local	Viana / MA	várzea / sequeiro
Preto	local	Viana / MA	várzea / sequeiro

Fonte: EMBRAPA (2008); EMBRAPA (2004); (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006).

As variedades IAC-47 e IAC-25 foram escolhidas por terem obtidos bons resultados em pesquisas anteriores, e as demais variedades melhoradas foram recomendadas pela EMBRAPA para o Maranhão distribuídas nas safra 2003/2004 . As variedades tradicionais de arroz usadas neste trabalho foram coletadas em dois municípios de duas microrregiões diferentes do Estado (Microrregião da Baixada Maranhense e Microrregião de Rosário). As variedades locais foram obtidas através de visitas que foram realizadas em municípios pertencentes à área de atuação do Programa Agroecológico da Sociedade Maranhense de Direitos Humanos (Viana) e do Programa Desenvolvimento Agroecológico da Associação Agroecológica Tijupá

(Santa Rita). Todas as variedades foram doadas por agricultores.

As variedades em seus respectivos tratamentos foram plantadas em vasos com oito quilos de solos e dispostos ao acaso no chão da casa de vegetação na área do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural – NTER da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Os solos utilizados no experimento segundo análise de solos, possuíam acidez muito alta, deficiência de fósforo (P), potássio (K), baixos teores de cálcio (Ca), deficiência de magnésio (Mg), baixa toxidez por alumínio (Al_{3+}), baixa CTC efetiva, baixa saturação por bases (V%). Com relação a Saturação por Al, o solo coletado em área queimada apresentou baixa saturação e o solos testemunha média saturação. O teor de matéria orgânica (M.O.) apresentou altos níveis nos dois solo. No caso dos micronutrientes apresentaram segundo a análise baixos teores de cobre (Cu), de zinco (Zn) e de boro (B). Em relação ao manganês o solo testemunha apresentou teores médios e o que foi queimado altos teores.

As variedades foram plantadas em 11/09/2004 às 7:00 am e a colheita foi realizada entre os dias 07/12/2004 a 07/01/2005. Utilizou-se 20 sementes por vaso no plantio em $8dm^3$ de TFSA.

O experimento que avaliou a preferência de ataque de *Sitophilus* sp. em variedades locais e melhoradas de arroz foi implantado na Chacará Itapiracó, Cidade de São Luís (MA), localizada nas coordenadas S 2° 31' 53.39", W 44° 13' 14.27". Segundo a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é tropical do tipo AW, com verões quentes e úmidos. A pluviosidade média é cerca de 2000 mm/ano e ocorrem duas estações bem definidas: seca e chuvosa, com 80% das chuvas concentrando-se no período de fevereiro a maio (INPE, 2008). A temperatura média alcançada anualmente é de 26,1°C, variando entre a máxima de 31,9°C e a mínima de 21,8°C. Os solos são classificados como argissolo vermelho amarelo distrófico arênico, com textura areia franca (EMBRAPA, 1999). A vegetação apresenta influência salina, por estar próxima do litoral, há a presença de mata ciliar e floresta ombrófila. A referida área de estudo encontra-se dentro da Amazônia Legal.

4.2.1.2 Tipos de tratamentos utilizados no experimento

No experimento foram utilizados três tipos de preparo de solo referentes aos tratamentos: solo com correção da acidez e adubação de macro e micronutrientes completa de acordo com a análise de solo (tratamento adubado), solo proveniente de uma área que teve sua vegetação arbustiva de oito anos queimada (tratamento queimado) e solo apenas peneirado (testemunha).

4.2.1.3 Teste de preferência alimentar com *Sitophilus* sp.

O experimento foi conduzido com a utilização de 4 arenas circulares com medidas de 56cm de diâmetro e 8cm de altura, com 14 alvéolos (para disposição dos grãos), com um espaço circular central onde foram colocados os insetos (Figura 1).



Figura 1. Modelo de arena circular utilizado no teste de preferência alimentar de *Sitophilus* sp. com variedades de arroz.

Os insetos do gênero *Sitophilus* usados no experimento foram obtidos em grãos comerciais de milho e multiplicados durante 15 dias em grãos de variedades comerciais de milho, hermeticamente fechados em baldes de plásticos novos com tampas de vedação, sendo monitorado a cada dia o desenvolvimento destes insetos. A temperatura durante o experimento foi de 30°C e a umidade relativa do ar em torno

de 80%. Foram utilizados insetos adultos não sexados com 17 dias de idade.

As variedades utilizadas foram separadas por tratamento, realizando-se primeiramente o experimento com as variedades do tratamento adubado, seguido cronologicamente pelo tratamento testemunha e queimado. Cada tratamento teve 04 repetições (4 arenas).

Foram colocados 10 gramas de grãos de arroz com casca de cada variedade de forma aleatória nas arenas e coberto com tecido *voil* e protegidos da luz. Os grãos de arroz foram selecionados em catação manual, depois pesados em quantidades iguais para cada arena visando a uniformidade entre as variedades, sendo descartados grãos que possuíam as cascas com defeitos físicos aparentes. Foram colocados 45 insetos adultos no centro de cada arena.

A preferência dos *Sitophilus sp.* pelas variedades de arroz foi verificada contando-se os insetos que estavam presente no alvéolo correspondente a uma das variedades do experimento no momento da contagem. As contagens dos insetos foram realizadas durante oito dias. Nas primeiras doze horas do primeiro dia a contagem foi realizada a cada duas horas, a partir da décima segunda hora, a contagem foi realizada a cada doze horas até o oitavo dia de experimento. Ao final foi calculado a média da ocorrência dos insetos por variedade nos quatro tratamentos.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Avaliação do ataque de *Sitophilus sp.* em variedades locais e melhoradas de arroz

4.3.1.1 Preferência da *Sitophilus sp.* por variedades manejadas com diferentes tipos de solos

As variedades do tratamento com manejo do solo adubado, o qual foi corrigido a acidez e receberam solução de macro e micronutrientes de acordo com a análise de solos, tiveram as maiores médias de ocorrência de *Sitophilus sp.* (2,26)

no teste de livre escolha. Esse valor foi duas vezes maior que o número de insetos das variedades do tratamento queimado que apresentou menor ocorrência de *Sitophilus* sp. (1,60), simulando-se o manejo realizado na agricultura familiar maranhense. O tratamento testemunha (TFSA) foi o segundo mais atacado pelos insetos (2,09), não diferindo estatisticamente do tratamento com solo queimado (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com a tese de Chaboussou (1987) que relaciona a preferência de insetos por plantas manejadas com o uso de fertilizantes, principalmente de base nitrogenada. Boiça Júnior et al. (1996) também constataram a preferência de *Sitophilus* sp. por variedades de milhos adubadas com fontes nitrogenadas quando comparadas com variedades não adubadas. Já Marzaro Júnior et al. (2007) não identificaram, relação de preferência entre *Sitophilus* sp. em cinco variedades de milho adubadas em comparação com a testemunha. A preferência pode ter ocorrido pelas variedades serem mais atrativas do ponto de vista nutricional, tendo em vista que a preferência desses insetos também está relacionada a ovoposição, onde esses insetos se desenvolvem até a fase adulta.

Tabela 2. Número médio de *Sitophilus* sp. em variedades de arroz locais e melhoradas em diferentes manejos de solo. São Luís (MA).

Tratamentos (tipos de manejo do solo)	Número médio de <i>Sitophilus</i> sp.
Adubado	2,2579a
Testemunha	2,0920a
Queimado	1,6045b

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A disponibilidade de elementos como glicídios, protéidos e vitaminas, atraem insetos em todas as fases de desenvolvimento e essas substâncias aumentam sua concentração após a adubação com fertilizantes de base nitrogenada (CHABOUSSOU, 1987). A menor preferência pelas variedades do tratamento com solo queimado pode ter sido em função de possuir uma baixa concentração de substâncias nutritivas, sendo necessária a investigação das substâncias presentes nestes solos manejadas com fogo.

4.3.1.2 A preferência de *Sitophilus sp.* por variedades locais e melhoradas

Na análise relacionando as variedades de arroz com casca e a preferência de infestação por *Sitophilus sp.*, verificou-se que as variedades locais de arroz tiveram menores médias de ocorrência desses insetos que as melhoradas. As variedades locais que foram menos preferidas pelos insetos: Caboclo, Bacaba, Bacabinha, Preto, Agulha e Agulha branco. Não houve diferença estatística entre as variedades Caboclo, Bacaba, Bacabinha, Preto e Agulha, sendo que a variedade A. branco apresentou maior média que as variedades Caboclo, Bacaba, Bacabinha e Preto e não diferiu estatisticamente da variedade Agulha (Tabela 9). Entre as variedades melhoradas que foram preferidas por *Sitophilus sp.*, considerando como parâmetro as quantidades acima da média de ocorrência desses insetos (1,9848), destacaram-se as variedades IAC 25, Carajás, IAC 47, Bonanza, Aimoré, Caiapó e Primavera, seguindo a ordem crescente de ocorrência dos insetos (Figura 16). A variedade local Lajeado ficou entre as variedades mais danificadas. As variedades melhoradas Primavera e Aimoré foram as que apresentaram maior ocorrência de *Sitophilus sp.*, sem diferença estatística entre elas. As variedades melhoradas Aimoré, Caiapó, Bonança, IAC 47 e Carajás, ficaram na segunda posição na ocorrência dos insetos (sem diferença estatística entre elas). Logo após essas variedades estão IAC 25 e lajeado, sem diferenciação estatística (Figura 2). Não houve diferenças estatísticas entre a variedade Aimoré e as classificadas em segundo lugar na ordem de importância de ocorrência dos insetos: Primavera, Caiapó, Aimoré, Bonanza, IAC 47 e Carajás. Não observou-se diferença estatística entre as variedades Caiapó, Aimoré, Bonanza, IAC 47, Carajás, IAC 25, Lajeado e A. branco. Como não houve diferença estatística entre as variedades A. Branco e Agulha.

Fontes et al. (2003), encontraram resultados semelhantes avaliando a infestação de *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* em variedades melhoradas de arroz de sequeiro, sendo que a variedade Caiapó foi avaliada entre as mais susceptíveis. Os mesmos autores encontraram resultados que demonstram a variedade Primavera

entre as de maior resistência, diferindo do resultado encontrado neste trabalho. Silva (1996) identificou susceptibilidade em todas as variedades melhoradas estudadas de arroz, a variedade IAC 47 foi a que apresentou maior susceptibilidade ao ataque de *Sitophilus* sp. o que confirma com os resultados da presente pesquisa. Rosseto (1973), descreve que os *Sitophilus* sp. são capazes de identificar grãos susceptíveis mesmo quando misturados a grãos resistentes, demonstrando a alta capacidade de seletividade deste inseto. Demonstrando que entre a oferta das variedades disposta na arena, as mais procuradas foram realmente mais susceptíveis por apresentarem um maior grau de atratividade, que segundo Rosseto (1973) está ligado as características genóticas. Nos programas de melhoramento genético visando a resistência a insetos, são incorporados fatores ligados a resistência do tegumento (QUEROL, 1993; ROSETO, 1973; GAIFAMI e CORDEIRO, 1994). Isso dificulta a infestação, mas não representa a certeza da não preferência dos insetos, tendo em vista que a presença de fatores nutricionais são muito importantes quanto a seletividade para o ataque, com descreve Chaboussou (1987) e Boiça Júnior et al. (1996). Face ao exposto, se faz necessário uma maior atenção ao conhecimento tradicional da agricultura familiar sobre as variedades locais e suas formas de cultivo privilegiando a diversidade de variedades da mesma espécie em um mesmo local, podendo essa ser uma resposta alternativa à resistência de plantas.

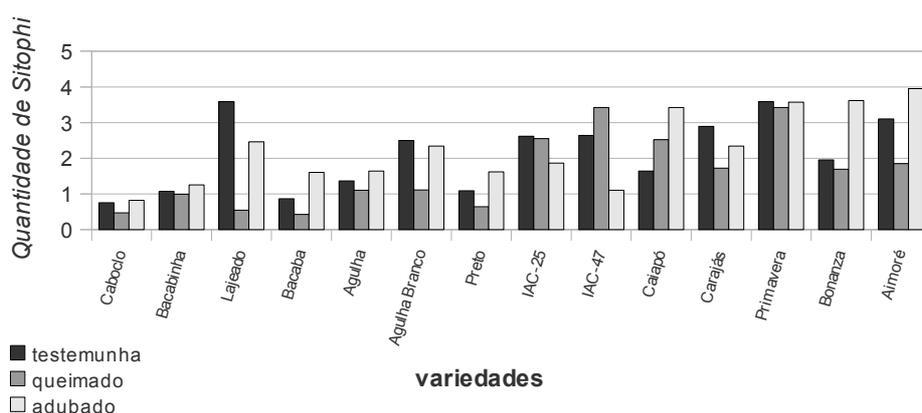


Figura 2. Quantidade de insetos *Sitophilus* sp. presentes nos grãos de variedades locais e melhoradas de arroz com casca em diferentes manejos de solos, em São Luís (MA).

Quando relacionou-se a preferência de *Sitophilus* sp. com os tipos de manejo de solo (tratamentos), observou-se que as variedades melhoradas no tratamento adubado foram as variedades mais susceptíveis (Figura 2). O que confirma o que foi observado pelos agricultores/as da área de atuação do Programa Agroecológico da Sociedade Maranhense de Direitos Humanos, e que originou a premissa para essa pesquisa.

4.3.1.3 A preferência de *Sitophilus* sp. e a qualidade protéica dos grãos.

Analisando as médias dos valores de proteína bruta (PB) das variedades testadas, verificou-se que são variedades de alto teor protéico, similar ao que foi encontrado em outras pesquisas envolvendo variedades tradicionais de arroz do Maranhão, como observado por Santos (2006), Ferraz Jr. (1993), Araújo (2002), Araújo (2006) e Malheiros (2008).

Comparando-se as médias de PB das variedades, observou-se que as variedades melhoradas apresentaram, maiores quantidades (Tabela 3). Isso pode estar relacionado a preferência do ataque de *Sitophilus* sp. pelas variedades melhoradas, pois as maiores médias de ocorrência acompanham o teor de PB. Chaboussou (1987) relacionou a preferência de insetos à presença de proteína. há resultados que atestam a preferência de insetos por variedades de maior valor protéico, decorrente de adubação que foram pesquisadas por Knapp et al. (1965) e Azeredo, et al.(2002). Boiça Júnior et al. (1996) constataram a preferência de *Sitophilus* sp. por variedades que tiveram seu valor protéico induzido por adubação nitrogenada.

Tabela 3. Número médio de *Sitophilus* sp., em relação aos teores de proteína bruta (PB) (mg/100g), glutelina, prolamina e albumina + globulina (mg proteína.g⁻¹ farinha) em grãos de variedades locais e melhoradas de arroz, cultivados em diferentes sistemas de manejo de solo. São Luís (MA), 2007.

Variedades	Quantidade de Insetos por Variedade	Teor de PB (mg/100g)	Teor de Glutelina	Teor de Albumina+ Globulina	Teor de Prolamina
			(mg Proteína.g ⁻¹ farinha)		
Caboclo	0,68e	69,1d	51,01bc	65,75c	31,45gh
Bacabinha	1,10e	67,7d	31,62g	72,40ab	32,43efgh
Lajeado	2,20c	63,8d	25,14h	63,34c	35,30bc
Bacaba	0,96e	63,2d	43,76def	65,7c	30,99h
Agulha	1,37de	72cd	47,85cde	64,25c	34,60cde
Agulha Branco	1,98cd	75,3bcd	42,14ef	76,79a	34,67bcd
Preto	1,12e	64,2d	37,2fg	71,24b	33,64cdef
IAC-25	2,22c	85,7ab	46,55bcde	75,33ab	36,25ab
IAC-47	2,39bc	97,4a	52,86b	75,40ab	37,75a
Caiapó	2,54bc	95,9a	53,58cde	80,20d	38,12defg
Carajás	2,32bc	85,7ab	45,13bcd	55,53e	33,92gh
Primavera	3,59a	76,1bcd	54,47b	54,33de	32,09gh
Bonanza	2,42bc	84abc	52,83b	54,03de	32,86defg
Aimoré	2,97ab	85,7ab	67,86a	57,37d	32,11fgh

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Com relação ao teor das frações de proteína os insetos tiveram maior preferência para as variedades que obtiveram maiores teores de glutelina e albumina+globulina, demonstrando a preferência por variedades com melhores qualidades nutricionais, onde foi encontrado correlação positiva significativa entre a ocorrência de pragas em variedades com maiores teores de glutelina (Figura 3). Mas em comparação a análise de correlação entre o ataque de *Sitophilus* sp. e teor de prolamina, foi encontrado alto grau de significância, demonstrando que essa tem maior predileção por grãos com baixos teores nutricionais em relação a fração protéica (Figura 4).

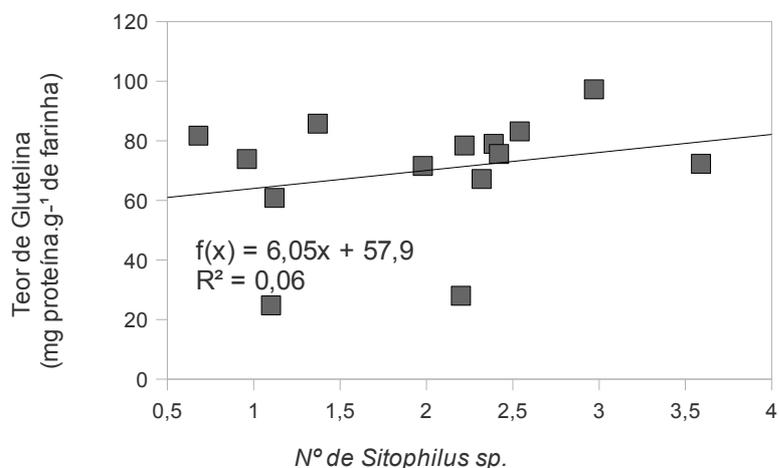


Figura 3. Regressão entre teor de glutelina(mg proteína.g⁻¹ farinha) e o número de *Sitophilus* sp. em grãos de variedades locais e melhoradas de arroz, cultivados em diferentes sistemas de manejo de solo. São Luís (MA), 2007.

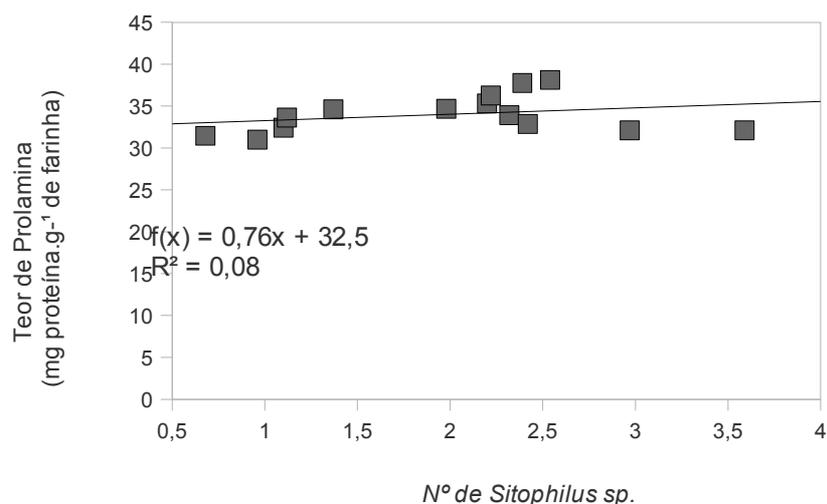


Figura 4. Correlação entre teor de prolamina(mg proteína.g⁻¹ farinha) e o número de *Sitophilus* sp. em grãos de variedades locais e melhoradas de arroz, cultivados em diferentes sistemas de manejo de solo. São Luís (MA), 2007.

As variedades do tratamento testemunha foram menos atacadas pelos gorgulhos apesar dos altos teores de glutelina dessas variedades, quando comparado aos outros tratamentos, com destaque para Caboclo, Bacaba, Bacabinha e Preto, confirmando a premissa de que essa praga tem menor preferência pelas variedades de melhor qualidade nutricional. As variedades Primavera, Lajeado, Aimoré e Carajás obtiveram as maiores médias de ocorrência de *Sitophilus* sp. nesse tratamento, sendo

que Aimoré e Primavera apresentam elevados teores de glutelina. No tratamento queimado, onde ocorreu o menor ataque de insetos, foi também onde ocorreu os menores teores de glutelina, os maiores de albumina+globulina e de prolamina. No tratamento adubado, o de maior ocorrência de *Sitophilus* sp., verificou-se valores intermediários de glutelina e albumina+globulina, as variedades melhoradas foram mais atacadas, obtendo os maiores teores de glutelina e albumina+globulina. A prolamina teve valores semelhantes aos demais tratamentos, com pouca variações relacionadas ao efeito do manejo de solo.

No tratamento queimado as variedades Caboclo, Bacaba, Bacabinha e Preto apresentaram valores semelhantes ao testemunha, tendo o efeito de aumento do teor de glutelina, influenciado negativamente a preferência dos insetos. Demonstrando que essas variedades em manejo sem adubação de base nitrogenada apresentaram resultados semelhantes aos encontrados em pesquisas anteriores, em que a quantidade de proteína é determinante a ação de preferência do inseto (CHABOUSSOU, 1987; KNAPP et al., 1965; AZEREDO et al., 2002), principalmente, quando relacionado à preferência de *Sitophilus* sp. (BOIÇA JÚNIOR et al., 1996).

Por meios desses resultados se faz necessário considerar a premissa de que variedades de alta qualidade protéica, nesse caso as locais no tratamento queimado (reproduzindo o manejo de corte-e-queima), possuem menor atratividade ao *Sitophilus* sp. em teste de livre escolha. Ou seja, a hipótese levantada pelos agricultores que as sementes melhoradas são mais susceptíveis ao ataque desse gorgulho é plausível e deve ser levada em consideração no planejamento de política de produção de sementes e de controle fitossanitário direcionada a pequena produção familiar que utiliza-se do sistema de corte-e-queima.

4.5 Conclusões

Sitophilus sp. teve maior preferência pelas variedades melhoradas do tratamento adubado, sendo que as variedades no tratamento com solo queimado tiveram os menores índices de ataque.

As variedades do tratamento queimado, com as menores médias de proteína bruta e de glutelina, foram menos atacadas por *Sitophilus* sp.

As variedades com maiores teores de prolamina tiveram uma correlação alta ao ataque por *Sitophilus* sp., mostrando a preferência desses insetos por variedades com maiores teores de proteína de baixa qualidade.

As variedades locais do tratamento testemunha com maior teor de glutelina, apresentaram médias baixas de ataque por *Sitophilus* sp., demonstrando que os gorgulhos não são atraídos por variedades de melhor eficiência de uso do nitrogênio.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P., TARDIN, J. M. e PERTESEN, P. **Conservando a biodiversidade em ecossistemas cultivados: Ação comunitária na manutenção de variedades locais no agreste da Paraíba e no Centro-Sul do Paraná.** Disponível em: <www.as-pta.org.br/publique/media/cultivando_diversidade.pdf> Acesso em: 27/11/2005.

ARAÚJO, E. S. **Diversidade genética e acúmulo de proteína de reserva em arroz da baixada maranhense-MA.** Tese de Doutorado em Agronomia. Seropédica: UFRRJ, 2002. 60p.

ARAÚJO, S. M. M. **Avaliação da eficiência de uso de nitrogênio em cultivares tradicionais e melhoradas de arroz (*Oryza sativa* L.).** Monografia do Curso de Agronomia, UEMA. São Luís: UEMA, 1996.43p.

AREIA, R. G. de B. M., **Análise da divergência genética em 20 acessos de arroz do Maranhão através de marcadores morfológicos, metabólicos e moleculares .** Dissertação. Seropédica: UFRRJ, 2004. 74p.

AREOPAGO. **Desnaturação de proteína.** Disponível em <<http://crentinho.wordpress.com/2009/03/06/as-proteinas/>> Acesso em: 22/10/2008.

AZEREDO, E. H.; CASSINO, P. C. R.; LIMA, E. **Avaliação da infestação de insetos-praga associados à batata (*Solanum tuberosum* L.) sob efeito de nutrientes nitrogenados e potássicos e teores acumulados de aminoácidos livres nos cultivares Achat e Monalisa.** Revista Brasileira de Entomologia, Curitiba, v.46, n.1, p.7-14, 2002.

BERTELS, A.M. e MARTINS, J.F. da S. **Insetos-pragas do arroz e seu combate.** EMBRAPA: Pelotas, 1974. 24p. (Boletim Técnico, 95).

BEWLEY, J.D., and BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination.** New York: Plenum Press, 1994. p.10-41

BOEF, W. S., THIJSSSEN H. M., OGLIARI, J. B., STHAPIT, B. R. **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário.** Porto Alegre, RS: L&PM, 2007. 271p.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LARA, F. M.; LUCCIN, L. M.; COSTA, G. M. **Avaliação dos efeitos da adubação em genótipos de milho sobre a incidência de *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797), *Helicoverpa zea* (BODDIE, 1850) e *Sitophilus zeamais* Mots., 1855.** Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.5, n.1, p.39-50, 1996.

BRADFORD, M. M. **Rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-binding.**

Analytical Biochemistry, v.72, p.248-254, 1976.

BRANCHER, A, CAMARGO, F. A de O, SANTOS, G. De A. **Adução orgânica e mineral e calagem influenciando o rendimento do arroz irrigado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 1997.

BRASEGHELLO, F. STONE, L. F., **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1998. 161p.

BREESE, M.H. **The influence of husk defects on the infestibility of stored paddy by *Rhizopertha dominica* Fab. (Col., Bostrychidae). and *Sitophilus oryzae* L. (Col., Curculionidae)**. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 12, London. Anais. London. 1965. p.631-632.

CAGAMPANG, G. B., CRUZ, L. J., ESPIRITO, S. G., SANTIAGO, R. G., JULIANO, B. O. **Studies on extration and composition of rice protein**. Cereal Chemistry, v.43, n.2, p.145-155. 1966.

CARNEY, A. J., MARIN, R.A. **Saberes agrícolas dos escravos africanos no novo mundo**. Ciência Hoje. v.35. n. 205. Rio de Janeiro, 2004. p.26-33.

CARNEY, J. A. **Black rice: the african origins of rice cultivation in the Americas**. London, England: Harvard University Press, 2001. 240p.

CARVALHO, N.M., NAKAGAWA, J. **Sementes, ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas : Fundação Cargill, 1988. 424p.

CASTRO, P. R. C. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 126p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.

CHAPMAN, R.F., BOER G. de. **Regulatory mechanism in insect feeding**. New York: Chapman & Hall, 1994. 389 p.

CONAB. **Série histórica do arroz**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/ArrozSerieHist.xls>> Acesso em: 08/05/2008

CRIAR E PLANTAR. **Arroz**. Disponível em:<<http://criareplantar.com.br/agricultura/arroz/arroz.php>> Acesso em 02/05/2006.

DECKARD, E. L.; TSAI, C. Y.; TUCKER, T. C. **Effect of nitrogen nutrition on quality of agronomic crops**. In: R. D. Houck et al. (ed) Nitrogen in Crop Production. American Soc. Of Agronomy, Wisconsin, p.601-615, 1984.

EMBRAPA. **Arroz: Cultivares de arroz**. Disponível em : <<http://www.cnpaf.embrapa.br/arroz/index.htm>> Acessado em 20/02/2008.

EMBRAPA. **Características botânicas e agronômicas de cultivares e raças regionais de arroz (*Oryza sativa*) coletadas no estado do Maranhão**. Boletim de Pesquisa nº 1. Brasília: EMPRAPA/CENARGEN, 1982. 42p.

- FAO. **International year of rice.** Disponível em: <http://www.fao.org/rice2004/index_en.htm> Acesso em : 27/11/2005.
- FAO. **Statistics on rice production.** Disponível em: <<http://www.fao.org/newsroom/common/ecg/1000820/en/Rmprod0308.pdf>> Acesso em 08/11/2008.
- FARONI, L.R.D. **Manejo das pragas dos grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final.** Viçosa. Revista Brasileira de Armazenamento, v.17, n.1/2, p.36-43, 1992.
- FERNANDES, M. S.; & ROSSIELLO, R. O. P. **Mineral Nitrogen in Plant Physiology and Plant Nutrition.** Critical Reviews in Plant Sciences: 1995, v.14, n.2, p.111-148.
- FERRAZ JR, A.S.L. **Estudo do teor de proteína e eficiência de uso de nitrogênio por cultivares de arroz, *Oryza sativa* L.** UFRRJ, Tese de Mestrado, 180 fls, 1993.
- FERRAZ JUNIOR, A. S. de L., SOUZA, S. R. De, FERNANDES, M. S., et al. **Eficiência do uso nitrogênio para produção de grão e proteína por cultivares de arroz.** v. 32. n. 4. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 1997. p435-442.
- FERRAZ JUNIOR, A.S. L.; SOUZA, S. R.; STARK, E. M. L. M.; FERNANDES, M. S. **Crude Protein in Rice Grown Different Environment Conditions.** Physiology Molecular Biology Plants, Rohtak, v.7, n.2, p.149-157, 2001.
- FERRAZ, E.C. **Ecofisiologia do arroz.** In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O. & YAMADA, T., eds. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Potafos, 1987. p.185-202.
- FERREIRA, C. M., SOUSA, I. S. F., VILLAR, P. M. **Desenvolvimento tecnológico e dinâmica da produção de arroz de terras altas no Brasil.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2005.118p.
- FERREIRA, E. **Insetos prejudiciais ao arroz e seu controle.** In: BRASEGHELLO, F. STONE, L. F., Tecnologia para o arroz de terras altas. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1998. p.111-138.
- FERREIRA, M. E., YAMADA, T., MALAVOLTA, E. **Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade.** Piracicaba: Instituto da Potassa & fosfato, 1983. 422p.
- FLOWLER, D.B., BRYDON, J. DARROCH, B.A; ENTZ, M.H.; JOHNSTON, A. M. **Environment and genotype influence on grain protein concentration of wheat and rye.** Agronomy Journal, 83:655-64, 1990.
- FONSECA, J. R., RANGEL, P. H. N., BEDENDO, I. P. , et al. **Características botânicas e agronômicas de cultivares e raças regionais de arroz (*Oryza sativa* L.) coletadas no estado do Maranhão. Boletim de pesquisa.** n. 1. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF/CENARGEN, 1982. 42p.
- FONSECA, J.R, CASTRO, E. da, M. de, MORAIS, O. P. de. **Características botânicas, agronômicas e fenológicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.).** Documentos 130. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2001. 41p.

- FONTES, L.S., ALMEIDA FILHO, A.J. DE, ARTHUR, V. **Danos causados por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (*Coleoptera: Curculionidae*) em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. São Paulo: Instituto Biológico de São Paulo, 2003. v.70, n.3, jul./set. p.303-307.
- FORNASIERI FILHO, D., FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 2006. 589p.
- GAIFAMI, A. E CORDEIRO, A., **Cultivando a diversidade: recursos genéticos e segurança alimentar local**. Rio de Janeiro: AS-PTA,, 1994. 205p.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.
- GEDEON, M. **Arroz: Do Maranhão para o Brasil**. São Luís: Jornal Imparcial, 30 de julho de 2005. p. 11.
- GOMES, A.S.; MAGALHÃES, A.M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004.
- GRIST, D. H. **Rice**. London: Longman Group Limited, 1975. p.03-108.
- HAGE, J.A.A. **Segurança alimentar e crise do petróleo**. Disponível em: <<http://redeenergia.org/artigos/seguranca-alimentar-e-crise-do-petroleo/>> Acesso em: 04/09/2008.
- IAC. **Cultivares de Arroz**. Disponível em: <<http://www.iac.br/UniPesquisa/GraosFibras/Cultivares/Arroz.asp>> Acesso em 02/08/2004.
- IBGE. **Produção agrícola municipal: Cereais, Leguminosas e Oleaginosas 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/home/estatistica/economia/pamclo/2007/pamclo2007.pdf>> Acesso em: 08/05/2008.
- INPE. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>> Acesso em 02/08/2008.
- JULIANO, B.O. **Polysaccharides, protein and lipids**. In: B.O. JULIANO (ed.). *Rice Chemistry and Technology*. Am. Assoc. Of Cereal Chem. Minnesota. 1985.
- KNAPP, J. L., HEDIN, P. A. e DOUGLAS, W. A. **Amino-acids and reducing sugar in silks of corn resistant or susceptible to corn earworm**. "Ann. Entom. Soc. America", p.401-402.
- LAGO, A. B. P. do, **Estatística histórico-geográfica da Província do Maranhão**. São Paulo: Siciliano, 2001. 123p.
- LÁSZTITY, R. **The chemistry of cereal proteins**. Boca Raton, CRC. Press., 203p. Florida, 1986.
- MACHADO, C. T. De T., GUERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L. De et al. **Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo**. *Bragantina*. v.58. n.1. Campinas: 1999. p.109-124.

- MALHEIROS, M. G., **Acúmulo e remobilização de NO₃- e eficiência de uso de nitrogênio em variedades tradicional e melhorada de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Dissertação do Instituto de Agronomia. Seropédica: UFRRJ. 2008. 70p.
- MANN, C. **Reseeding the green revolution**, Science, Washington, 277:1038-1043, 1997.
- MARANHÃO, S. **Produção de arroz de vazante no assentamento Diamante Negro**. In: PACHECO, F.P.F., LINDOSO, J. C. G. Experiências Agroecológicas do Maranhão. São Luís: SEAGRO, 2007. p.63-72.
- MARAVOLTA, E. PIMENTEL-GOMES, F., ALCADE, J.C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- MARQUES, C. A. **Dicionário histórico-geográfico da província do Maranhão**. 3 ed. Rio de Janeiro, 1970. 634p.
- MARSARO JÚNIOR, A. L., LAZARRI, S. M. N., SOUZA, J. L. de S., LAZZARI, F. A, CÂNDIDO, L. M. B. **Influência de diferentes sistemas de adubação na composição nutricional do milho *Zea mays* L. (Poaceae) e seus efeitos no ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) no produto armazenado**. Londrina: Semina: Ciências Agrárias, 2007. V.28, N.01, jan a mar. p. 51-65
- MESQUITA, M. L. R. **Germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) coletado na microrregião da Baixada Ocidental Maranhense**. São Luís: EMAPA, 1984. 12p.
- MICRONAL. **Desnaturação de proteína**. Disponível em:<http://www.micronal.com.br/artigostecnicos/analise_termnica_alimentos.htm> Acesso em: 22/10/2008.
- MOLL, R.H., KAMPRATH, E.J. JACKSON, W.A. **Analysis contribute to efficiency of plant growth and mutation at anthesis**. Journal Plant Nutricion (15)2: 169-178, 1992.
- MOREIRA, M.F. e KLUGE, R.A. **Arroz – *Oryza sativa***. In: CASTRO, P.R.C. Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. p.91-107.
- PACHECO, I.A.; PAULA, D.C. **Insetos de grãos armazenados: identificação e biologia**. Campinas: Fundação Cargill, 1995. 228p.
- PADILHA, L. e FARONI, L.P.D'A. **Importância e forma de controle de *Rhizopertha dominica* (F.) em grãos armazenados**. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, Passo Fundo, 1993. Anais. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.52-58.
- PATE, J. S. **Transport and partitioning of nitrogenous solutes**. Annual Review of plant Physiology, v. 31, p.313-340, 1980.
- PAYNE, P. I.; RHODES, A. P. **Cereal proteins: review**. In: Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, Springer, Berlin, V. 14A, pp. 346-369, 1982.
- PEREIRA, J. A. **Cultura do Arroz no Brasil: subsídio para a sua história**.

- Teresina: EMBRAPA Meio Norte, 2002. 226p.
- PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2004. 90p.
- PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais** (arroz, trigo, milho e aveia). Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 130p.
- PEREZ, C. M.; CAGAMPANG, G. B.; MOSENATE, R. V.; JULIANO, B. O. **Protein metabolism in leaves and developing grains of rices differing in grain protein content**. *Plant Physiology*, v.51, p537-542, 1973.
- PITANGUEIRAS. **Saiba mais sobre arroz**. Disponível em:<www.pitangueiras.com.br.html#topo> Acesso em 27/11/2005.
- PORTO, B.H.C., SEGATTO, E., REZENDE, N. C. MAGALHÃES, R.S., MATEUS, J. S., LACERDA, H. N. E MOREIRA, L. B. **Potencial agrônômico do arroz vermelho em sistema de produção agroecológico**. Resumos do V CBA - Manejo de Agroecossistemas Sustentáveis. *Revista Brasileira de Agroecologia/Out*. 2007. Vol. 02 Nº 02. p.1042-1045.
- PRADELLA, J. G. C.; OLIVEIRA, M. S.; URENHA, L. C. **Produção de inoculantes Agrícolas**. In: LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. (Coord.). *Biotechnology industrial*. São Paulo: Edgard Blücher, v. 3. p. 279-305, 2001.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 1917p.
- QUEROL, D. **Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 206p.
- RAUN, W. R.; JOHNSON, G. V. **Improving nitrogen use efficiency for cereal production**. *Agronomy Journal*, Madison, v. 91, n. 3, p. 357- 363, 1999.
- ROCHA, A.E., **A conservação da mata ciliar como estratégia de segurança alimentar na comunidade ribeirinha de Morros-MA**. Dissertação. Florianópolis: UFSC, 2001.
- RODRIGUES, F. S.; SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. **Nitrogen Metabolism in Rice Cultivated under Seasonal Flush of Nitrate**. *Journal of Plant Nutrition*: 2004, v.27, n.3, p.395-409.
- ROSSETO, C.J. **Resistência de plantas a insetos**. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1973. 171p.
- SANTOS, J. P. e J. E. FOSTER.. **Identificação de grãos de milho resistentes ao gorgulho**. *Pesq. Agropec. Bras.* 1981, 16 (1):39-3.
- SANTOS, J.P. **Perdas causadas por insetos em grãos armazenados**. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMazenados, Passo Fundo, 1993. Anais. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.9-22.
- SANTOS, L. A. **Absorção e remobilização de NO₃⁻ em arroz (*Oryza sativa* L.): Atividade das bombas de prótons e a dinâmica do processo**. Tese de Mestrado,

UFRRJ: Seropédica, Brasil, 2006.

SANTOS, M. P., **Capoeiras no Maranhão: mudanças na vegetação e solos em função da idade**. Dissertação de Mestrado. São Luís: UEMA, 1999.

SENA, C., BESSA, D. R., BRAGA, C. C. **Produção de arroz agroecológico de vazante**. In: PACHECO, F.P.F., LINDOSO, J. C. G. Experiências Agroecológicas do Maranhão. São Luís: SEAGRO, 2007. p.63-72.

SHERRAD, J. H.; LAMBERT, R. J.; MESSMER, M. J.; BELOW, F. E.; HAGEMAN, R. H.

Plant breeding of efficient plant use of nitrogen. In: HAUCK, R. D. (Ed.) Nitrogen in crop production. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA, 1984.

SHIVA, V. **A semente e a roca de fiar: desenvolvimento de tecnologia e conservação da biodiversidade**. Textos para debate nº47. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 17p.

SHIVA, V. **Monocultura da mente: perspectiva da biodiversidade e da biotecnologia**. São Paulo: Gaia, 2003. 240p.

SILVA, L. C. A. S. da. **Comportamento de algumas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) ao ataque de *Sitophilus zeamais* L.** Monografia do Curso de Agronomia. São Luís:UEMA, 1996. 31p.

SMIDERLE, O.J.; SANTOS FILHO, B.G.; SANTOS, D.S.B. et al. **Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.), submetidas ao ataque de *Rhizopertha dominica* e *Sitophilus* sp durante o armazenamento**. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.1-8, 1997.

SOUZA, S. R. **Efeitos da aplicação foliar de nitrogênio pós-antese sobre as enzimas de assimilação de N e acúmulo de proteína em grãos de arroz**. Tese de Doutorado, UFRRJ: Seropédica, 1995.

SOUZA, S. R.; STARK, E. M. L. M.; FERNANDES, M. S. **Effects of supplemental-nitrogen on the quality of rice proteins**. **Journal of Plant Nutrition**, n. 16, v. 9, p.1739-1751, 1993.

SOUZA, S.R. **Teor e qualidade das proteínas do arroz com aplicação foliar e no solo de URAN**. Dissertação do Instituto de Agronomia. Seropédica: UFRRJ. 1990. 98p.

SOUZA, S.R., **Nitrogênio**. In: FERNANDES, M. S., **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.215-244.

TECNIGRAN. **Sitophilus**. Disponível em: <http://www.tecnigran.com.br/html/sitophilus_orysae_e_zeamais_am.htm> Acesso em: 22/02/2006.

TECSON, E. M.; ESMANA, B. V.; LONTOK, L. P.; JULIANO, B. O. **Studies on the extraction and composition of rice endosperm glutelina and prolamina**. **Cereal Chemistry**, v.48, p.168-181, 1971.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de**

solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRRJ, 1995.

TEIXEIRA, S. M., ROBSON, D., ALBUQUERQUE, J. M. **Agricultura de subsistência na produção de arroz: experiências no Maranhão.** Goiânia: EMBRAPA. CNPAE, 36p., 1991.

TIJUPÁ. **Sementes caboclas:** Resgate em prol da segurança alimentar. São Luís: Associação Agroecológica Tijupá – Projeto Sementes Cabocla, 2004. 17p.

TRAORE, A.; MARANVILLE, J. W. **Nitrate reductase activity of diverse grain sorghum genotype and its relationship to nitrogen use efficiency.** Agronomy Journal, v. 91, Madison: 1999. p.863-869.

UFRG. **Terra de arroz: Curiosidades.** Disponível em <www.ufrgs.br/alimentus/terra/terraearroz/curiosidades.html> Acesso em 09/10/2008.

VIEIRA, L. H., ZIMMERMANN, F. J. P., LOPES, A. de M. **Resultados experimentais com arroz no Maranhão.** Boletim Técnico. n. 1. Goiânia: EMBRAPA, 1976.

VILLAR, P. M. Del, DUCOS, A. FERREIRA, N. L. S. et al. **Cadeia produtiva do arroz no Estado do Maranhão.** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte/CIRAD, 2001. 136p.

WADA, G.; SHOJI, S.; MAE, T. **Relationship between nitrogen absorption and growth and yield of rice plants.** J. A. R. Q., v.20, n.2, p.135-145, 1986.

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

WIKIPEDIA. **ARROZ.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Arroz>> Acesso em 09/10/2008.

YOKOYAMA, P. L.; RUCATT, G. E.; KLUTHOCOUSKI, J. **Economia da Produção: Conjuntura, mercado e custos.** In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. (eds.). A cultura do arroz no Brasil. Embrapa Arroz e feijão, p. 36-57, 1999.