

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

REBECA ROCHA CARDOSO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA DE VARIEDADES DE
ARROZ-VERMELHO (*Oryza sativa* L.)**

RECIFE – PERNAMBUCO

2013

REBECA ROCHA CARDOSO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA DE VARIEDADES DE
ARROZ-VERMELHO (*Oryza sativa* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas, para obtenção do título de Magister Scientiae.

**Orientadora: Prof. Dra Valderez Pontes Matos
Co-orientador: Prof Dr José Luiz Sandes de
Carvalho Filho**

RECIFE – PERNAMBUCO

2013

C268c Cardoso, Rebeca Rocha
Caracterização morfológica e agronômica de variedades
de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) / Rebeca Rocha Cardoso.
– Recife, 2013.
78 f. : il.

Orientadora: Valderez Pontes Matos.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Melhoramento
Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2013.
Referências.

1. *Oryza sativa* L. 2. Variabilidade genética 3. Descritores
morfológicos 4. Descritores agronômicos 5. Semiárido
I. Matos, Valderez Pontes, orientadora II. Título

CDD 581.15

REBECA ROCHA CARDOSO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA DE VARIEDADES DE
ARROZ-VERMELHO (*Oryza sativa* L.)**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como parte das
exigências do Programa de Pós Graduação em
Agronomia - Melhoramento Genético de
Plantas, para obtenção do título de Magister
Scientiae.**

DISSERTAÇÃO DEFENDIDA E APROVADA: 26 de Julho de 2013

Prof. Dra Valderez Pontes Matos
(Orientadora)
(UFRPE)

Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho
(Co-orientador)
(UFRPE)

Prof. Dr. Jeandson Silva Viana
(Membro)
(UAG - UFRPE)

Prof. Dr Clodoaldo José da Anunciação Filho
(Membro)
(UFRPE)

*Dedico ao meu pai Vando (in memorian), minha mãe Rose
por quem jamais penso em desistir,
ao meu noivo Renato que preenche minha alma
e deixa minha vida com a beleza que sempre desejei,
a minha irmã Tábita e meus sobrinhos Artur e Gabriel
por renovarem minhas forças sempre que precisei*

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre se fazer presente em cada etapa, me dando oportunidades, paciência, discernimento e me ajudando a superar cada obstáculo.

Aos meus pais José Evandro (in memorian), por ser um modelo de competência, foco e amor ao próximo, e Rosiane, exemplo de dedicação, fé e amor puro, cada tarefa realizada foi mais fácil pensando neles.

Ao meu noivo Renato, além de todo amor que me oferta e desperta em mim, pelo apoio e companheirismo, já não penso em mim e em minhas vitórias sem ele ao meu lado.

A minha irmã Tábita, pela qual a admiração que sinto diz muito do que busco me tornar, e meus sobrinhos Artur e Gabriel, cada sorriso é um impulso em minha vida.

A professora orientadora Dra Valderez Pontes Matos pela orientação, aconselhamento, e auxílio na execução deste trabalho.

A Capes pela concessão de bolsa.

Ao professor Dr José Luiz Sandes de Carvalho Filho pela coorientação e auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Dr Clodoaldo José da Anunciação Filho e Dr Jeandson Silva Viana pelas contribuições neste trabalho.

Ao pesquisador José Almeida Pereira e a Embrapa Meio-Norte pela disponibilidade do material de estudo e tempo sempre que necessário.

Ao professor Dr Edson Ferreira da Silva pelos conselhos e ajuda na montagem de experimentos.

Aos amigos e colegas pela ajuda nos experimentos, por deixarem esta etapa da minha vida menos difícil e tornado meus dias mais felizes.

A minha amiga Tamiris, que em nenhum momento deixou que eu me sentisse sozinha.

Aos “mineiros”, pois nos tornamos uma família, aliviando a saudade...

Aos amigos e colegas do Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da UFRPE, Helder, Lúcia, Romário, Elane, Jamile, Itamar, Ana Patrícia e Cássia, pela ajuda nos trabalhos e bons momentos no dia a dia.

Ao programa de Melhoramento Genético de Plantas da UFRPE pela oportunidade, disponibilidade de materiais e principalmente aos professores pelas informações valiosas que recebi e serão levadas por toda a minha vida, e por terem contribuído na formação da profissional que me tornei hoje.

“Os olhos são cegos, é preciso buscar com o coração.”

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

O arroz-vermelho pertence à mesma espécie do arroz tradicional (*Oryza sativa* L.) e foi introduzido no Brasil no século XVII, quando passou a ser bastante consumido no país. No Brasil, a zona central do semiárido nordestino se destaca como região produtora e consumidora. Este arroz especial, rico em proteínas, sais minerais e vitaminas B1, se diferencia do arroz branco tradicional, entre outros aspectos, pela coloração dos grãos, forma e composição, além do ciclo mais longo, pubescência e baixa produtividade, agravada pela baixa seleção devido ao cultivo limitado. A caracterização morfológica e agronômica de variedades de arroz-vermelho utilizadas e existentes em coleções de germoplasma e bancos de sementes é uma ferramenta importante para ser usada em futuros programas de melhoramento genético. Assim, como o objetivo do melhoramento genético é resgatar, preservar e gerar variabilidade genética para as áreas de cultivo é importante que se tenha conhecimento dos caracteres das variedades cultivadas, a partir de caracterização morfológica e agronômica. Com base nesta importância, o presente trabalho foi realizado visando caracterizar seis variedades de arroz-vermelho (Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN 0803) através de descritores morfológicos e agronômicos e qualidade fisiológica de sementes, visando obter informações que auxiliem na seleção de variedades de arroz-vermelho promissoras e na melhor utilização do germoplasma disponível. Verificou-se cor da folha verde, pubescência média do limbo, aurículas de cor verde-clara, lígulas incolores, folha bandeira de postura ereta, cor amarelo-palha nas glumelas, lema e pálea pilosa, ausência de aristas e fácil degrane, porte alto e panículas médias em todas as variedades, cor palha da lema e pálea e do ápulo do grão, cor vermelha da cariopse e grãos meio-alongados na maioria das variedades. As variedades MNA PB 0728, MNA RN 0802 e Cáqui pertencem à classe de grãos longos, MNA PB 0405 a de grãos médios, enquanto as variedades Vermelho e MNA RN 0803 à classe de grãos misturados. As sementes de todas as variedades estudadas possuem endosperma translúcido e farináceo. As variedades MNA PB 0405, MNA RN 0802 e MNA 0803 foram as variedades com maiores porcentagens de germinação. Apenas a variedade MNA RN 0803 apresentou germinação acima dos limites mínimos permitidos.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., variabilidade genética, descritores morfológicos, descritores agronômicos, semiárido.

ABSTRACT

Red rice belongs to the same species of traditional rice (*Oryza sativa* L.) and was introduced in Brazil in the seventeenth century, when it became widely consumed in the country. In Brazil, the central zone of semi-arid northeastern region stands out as producer and consumer. This particular rice, rich in proteins, minerals and vitamins B1, differs from the traditional white rice, among other things, the kernel color, shape and composition, as well as longer cycle, pubescence and low productivity, the latter being aggravated by low selection due to limited cultivation. Morphological characterization and agronomic varieties of red rice and used in existing germplasm collections and seed banks is an important tool to be used in future breeding programs. Thus, as the goal of breeding is to rescue, preserve and generate genetic variability for crop areas is important to have knowledge of the characters of cultivated varieties from morphological and agronomic. Based on this importance, the present study was to characterize six varieties of red rice (Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN 0803) through morphological and agronomic, to obtain information to assist in the selection of rice varieties Red-promising and better use of available germplasm. There was green leaf color, pubescence average limbo aurículas of pale green, ligules colorless, erect flag leaf, straw-yellow color in the glumes, lemma and palea hairy, absence of awns and easy shattering, tall and panicle averages in all varieties, straw color of palea and lemma and apiculus grain, caryopsis red and half-elongated grains in most varieties. The varieties MNA PB 0728, MNA RN 0802 and Cáqui belong to the class of long grain, MNA PB 0405 to medium grain, while the varieties Vermelho and MNA RN 0803 to the class of mixed grains. The seeds of all varieties have translucent and chalky endosperm. The varieties MNA PB 0405, MNA RN 0802 and MNA RN 0803 were the varieties with high germination percentage. Only varietie MNA RN 0803 show germination above the minimum limits allowed.

Keywords: *Oryza sativa* L., genetic variability, morphological descriptors, agronomic descriptors, semiarid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1 Áreas de ocorrência de cultivo de arroz-vermelho no Brasil 20

CAPÍTULO II

Figura 1: Grão de arroz-vermelho; A) grão em casca; B) grão descascado (debulhado) e C) corte longitudinal do grão descascado. 38

Figura 2: Comparação entre grãos de arroz-vermelho; A) grãos da variedade Cáqui com lema, pálea e apículo de cor marrom; B) grãos da variedade MNA RN 0802 com lema, pálea e apículo de cor palha. 39

Figura 3: Grão de arroz-vermelho a) superfície com frisos longitudinais b) endosperma e embrião localizado no canto inferior do grão c) Embrião: escutelo, coleóptilo, plúmula, radícula e coleorriza. 40

Figura 4: Germinação de sementes das variedades estudadas A) protrusão da raiz primária; B) surgimento do coleóptilo e pelos absorventes; (C) Surgimento do prófalo (da primeira folha) e raízes secundárias; D) Surgimento da segunda folha; E) Início da abertura da segunda folha e raízes secundárias mais abundantes; (F) Segunda folha totalmente aberta e raízes secundárias em maior número. 43

Figura 5: Germinação de sementes das variedades estudadas A) protrusão da raiz primária; B) surgimento do coleóptilo e pelos absorventes; (C) Surgimento do prófalo (da primeira folha) e raízes secundárias; D) Surgimento da segunda folha; E) Início da abertura da segunda folha e raízes secundárias mais abundantes; (F) Segunda folha totalmente aberta e raízes secundárias em maior número. 44

Figura 6: plântula da variedade MNA PB 0405 de arroz-vermelho apresentando raiz primária com coifa de cor creme e coleóptilo verde pálido. 44

Figura 7: Contagem das folhas da planta de arroz (YOSHIDA. 1981) 47

Figura 8: Plântulas anormais de arroz-vermelho 48

CAPÍTULO III

Figura 2: Comparação entre grãos de arroz-vermelho; A) grãos da variedade Cáqui com lema, pálea e apículo de cor marrom; B) grãos da variedade MNA RN 0802 com lema, pálea e apículo de cor palha. 63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1: Classe e comprimento (C), largura (L), espessura (E) e relação comprimento e largura (C/L) das cariopses de seis variedades de arroz-vermelho. 41

Tabela 2: Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de germinação (TMG), plântulas anormais (PA), sementes dormentes (SD) e sementes mortas (SM) de sementes de seis variedades de arroz-vermelho. 47

Tabela 3: Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (TR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) de plântulas de seis variedades de arroz-vermelho. 49

CAPÍTULO III

Tabela 1: Caracterização morfoagronômica de seis variedades de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) por descritores morfológicos em Recife, PE, Brasil, 2013. 62

Tabela 2: Porte da planta, comprimento do colmo e comprimento da panícula de seis variedades de arroz-vermelho. 64

Tabela 3: Comprimento (C), largura (L), espessura (E) e relação comprimento e largura (C/L) e classe dos grãos de seis variedades de arroz-vermelho. 66

Tabela 4: Degrane (D), número de panículas por metro quadrado (NP/m²), espiguetas férteis (EF), massa de 100 espiguetas (ME), massa seca por perfilho (MSP), índice de colheita (IC) e produtividade (PROD) de seis variedades de arroz-vermelho. 69

Tabela 5: Correlações entre componentes de produção de seis variedades de arroz-vermelho em Recife-PE. 71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μm	micromol
Al^{3+}	alumínio
BOD	Biochemical Oxygen Demand
cm	centímetro
g	gramas
G	germinação
IVG	índice de velocidade de germinação
m^2	metro quadrado
mg	miligramas
mm	milímetros
PA	plântulas anormais
PC	primeira contagem de germinação
PI	Piauí
RN	Rio Grande do Norte
S	sul
SD	sementes dormentes
SM	sementes mortas
TMG	tempo médio de germinação
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
W	oeste

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	13
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Origem do Arroz-vermelho (<i>Oriza sativa</i> L.).....	15
2.3 Aspectos taxonômicos, morfológicos e fisiológicos do arroz-vermelho.....	16
2.2 Importância, cultivo e mercado do arroz-vermelho.....	19
2.4 Características genéticas do arroz-vermelho.....	23
2.5 Importância da caracterização morfológica para o melhoramento genético.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO II.....	31
MORFOLOGIA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ VERMELHO.....	31
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
Obtenção de variedades de arroz-vermelho.....	35
Morfologia de sementes e plântulas de arroz-vermelho.....	36
Avaliação da qualidade fisiológica de sementes das variedades de arroz-vermelho.....	37
RESULTADO E DISCUSSÃO.....	38
Morfologia de sementes e plântulas de arroz-vermelho.....	38
Avaliação da qualidade fisiológica de sementes das variedades de arroz-vermelho.....	47
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
CAPÍTULO III.....	54
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA DE VARIEDADES DE ARROZ-VERMELHO.....	54
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
INTRODUÇÃO.....	56
MATERIAL E MÉTODOS.....	58
Descritores morfológicos recomendados para a cultura do arroz (BRASIL, 1997; MENEZES et al., 2011)	58
Componentes de produção (MENEZES et al., 2011)	60

RESULTADO E DISCUSSÃO.....	61
CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

CAPÍTULO I
CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO GERAL

O arroz (*Oryza sativa* L.) é originário da Ásia e consumido em todo o mundo, apresenta grande variação de ecótipos, que originam o arroz branco e outros tipos conhecidos como especiais, dentre os quais estão os coloridos como o arroz-vermelho. O arroz-vermelho é cultivado apenas em pequenas regiões de alguns países, e no Brasil, este tipo é cultivado principalmente na região nordeste do país com destaque aos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará e Bahia (PEREIRA et al. 2007; PEREIRA et al., 2009).

O arroz-vermelho é tido como a forma espontânea do arroz branco e tem esse nome devido à cor vermelha do pericarpo, caráter dominante definido por dois loci característico do gênero, apesar de no mercado prevalecer a cor branca, que por sua vez surgiu de uma mutação da primeira e caiu na preferência do consumidor (PEREIRA et al., 2007). Na região sul o arroz-vermelho é conhecido por muitos como a principal praga do arroz tradicionalmente cultivado, por isso grande quantidade de capital e pesquisa direciona-se ao controle desta invasora nas áreas comerciais. No entanto, segundo Fonseca et al. (2007), no Nordeste, existe grande demanda do arroz-vermelho, o qual faz parte da alimentação diária de muitos, sendo inclusive bastante procurado por restaurantes dos grandes centros, que faz com que o preço seja até quatro vezes mais que o arroz branco.

O fato do preço do arroz vermelho poder ser até quatro vezes superior o valor do arroz branco tem motivado alguns produtores a buscar tecnologias mais avançadas para o seu cultivo (MENEZES et al., 2011).

O arroz-vermelho tem exigências e comportamento fisiológico muito próximos ao arroz branco, e apresenta ciclo vegetativo mais longo, porte mais alto e baixo potencial produtivo dentre outras características. Com a ocorrência de cruzamentos e com o aumento da seleção decorrente dos cultivos sucessivos nas regiões produtoras, proporcionou o surgimento de variedades de arroz-vermelho com arquitetura mais próxima à comercial (PEREIRA et al., 2008). Este tipo de arroz do pericarpo vermelho é tradicionalmente cultivado por pequenos produtores de forma rudimentar e ecológica, constatando – se uma alta produtividade no sistema de produção agroecológico, mostrando mais um potencial desta cultura ainda pouco explorada (PEREIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009).

O arroz de sequeiro apresenta, em geral, baixa produtividade e qualidade de sementes inferior quando comparado ao cultivo de irrigação por inundação, necessitando de maior conhecimento e pesquisas ligadas ao melhoramento genético, além do uso de técnicas

agronômicas visando o aumento de produtividade do arroz-vermelho nos sistemas de cultivo sequeiro e irrigado (CRUCIOL et al., 2001).

São de suma importância o resgate, a preservação, e geração de variabilidade por meio de recombinação de genótipos para o aumento do potencial produtivo do arroz-vermelho, sendo necessário gerar conhecimento sobre as características das suas variedades. Dessa forma pode-se identificar as variedades mais apropriadas e efetuar o melhoramento genético para diversos objetivos em diferentes regiões, buscando principalmente o aumento de produtividade a qual é influenciada pelos fatores biótico e abiótico.

O objetivo foi caracterizar variedades de arroz-vermelho exploradas comercialmente e resultantes da seleção em populações encontradas no nordeste brasileiro, através de descritores morfológicos e agrônômicos, visando obter informações que auxiliem na seleção de variedades de arroz-vermelho promissoras e na melhor utilização do germoplasma disponível.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem do Arroz-vermelho (*Oriza sativa* L.)

O arroz cultivado tem o seu centro primário de origem o Sudoeste Asiático, foi, porém, na Pérsia que os gregos depararam-se com este cereal que denominaram de *Oryza*, sendo, portanto, nessa ocasião, que os europeus, pela primeira vez, tomaram conhecimento da existência do arroz (PEREIRA, 2004).

O arroz-vermelho, antes de ser trazido ao Brasil, foi levado do Oriente à Veneza por meio da rota das especiarias depois do século XV, sendo inclusive chamado por muitos como “arroz Veneza”. Em seguida o arroz-vermelho foi levado para Portugal, de onde acabou sendo transportado para o Brasil (PEREIRA; RAMOS, 2004).

De acordo com Pereira e Ramos (2004), as primeiras sementes de arroz-vermelho foram introduzidas na capitania do Maranhão no século XVII. Na região Norte foi disseminado entre os lavradores que o denominaram de arroz-vermelho, arroz-da-terra e arroz-de-veneza. Os autores supracitados salientam que, apesar da preferência dos nativos do Maranhão pelo arroz-vermelho, na segunda metade do século XVIII, seu plantio foi proibido pela coroa portuguesa que introduziu o arroz branco no seu lugar para suprir a demanda da metrópole pelo arroz branco. Por fim, o arroz-vermelho migrou para a região do semiárido,

aonde as condições de plantio são menos favoráveis e onde continua sendo cultivado e consumido.

O arroz-vermelho, pertence à mesma espécie do arroz branco e é conhecido como a forma espontânea desta. Tem esse nome devido à cor vermelha do pericarpo da semente, cor característica do gênero *Oriza* Linnaeus (PEREIRA et al., 2007). A cor vermelha é visível quando os grãos são descascados, mas pode ser removida por polimento revelando o endosperma branco. A cor vermelha do grão do arroz é uma característica herdada das espécies silvestres enquanto a cor branca do arroz cultivado é proveniente de uma mutação (SWEENEY et al. 2006). O pigmento se forma na fase de dessecação da semente no processo de maturação da mesma, e apenas apresenta – se no pericarpo (HAN, 2006).

A riqueza de variedades tradicionais de arroz de que se dispõe hoje no Brasil deve ter se originado, não só das introduções, mas também pela seleção natural ou artificial, consciente ou inconsciente, que aconteceu no próprio país, durante sua colonização (MORAIS et al., 2006).

A cor do grão vermelho é dada pelo acúmulo de proantocianinas, que são taninos condensados (OKI et al., 2002), é uma característica dominante e sendo esse fenótipo manifestado por dois loci, um deles é o *Rc* presente no cromossomo um, responsável pela cor marrom do pericarpo e o *Rd* localizado no cromossomo sete, responsável pela cor vermelha do pericarpo, no entanto, para que o caráter de cor vermelha seja manifestado é necessário que os dois estejam presentes simultaneamente, ou seja, *Rc* na ausência de *Rd* produz sementes marrons, porém *Rd* em ausência de *Rc* não produz o fenótipo de pericarpo colorido (SWEENEY et al., 2006).

São conhecidos três alelos de *Rc*: *Rc* produz manchas marrons sobre a base marrom avermelhada, *Rc-s* produz grãos vermelho claro e *rc* é o alelo nulo. O alelo *Rc* domina o alelo responsável pela manifestação da característica cor do pericarpo branco (*rc*) o que indica que este último alelo seja um mutante não funcional das espécies silvestres de grão vermelho (SWEENEY et al., 2006)

2.2 Aspectos taxonômicos, morfológicos e fisiológicos do arroz-vermelho

O gênero *Oryza* está classificado na Divisão Magnoliophyta, Classe Liliopsida, tribo Oryzeae, família Poaceae, subfamília Oryzoideae e possui 23 espécies, entre as quais, somente duas são cultivadas: a *Oryza glaberrima* Steud., cultivada em alguns países da África Ocidental e *O. sativa* L., cultivada, em todo o mundo, e mais de 20 espécies silvestres

(FONSECA et al., 2006). Segundo Pereira (2004), não há registro de ocorrência do arroz *Oryza glaberrima* Steud. no Brasil.

O arroz branco é classificado em duas subespécies, indica e japônica. Na década de 50, outros pesquisadores japoneses, adicionaram a subespécie javânica a essa classificação (CHANG; BARDENAS, 1965, citados por PINHEIRO, 2006).

De acordo com citações feitas por NASCIMENTO (2008), mais recentemente, o complexo *Oryza sativa*, possui duas subespécies principais *Oryza sativa* ssp indica e *O. sativa* ssp japonica. As variedades tradicionais de arroz de sequeiro no Brasil pertencem ao grupo Japonica enquanto, as variedades de arroz irrigado pertencem ao grupo Indica (PINHEIRO, 2006).

O arroz é espécie de hábito reprodutivo preferencialmente autógamo, com uma taxa de fecundação cruzada, em geral, inferior a 1% (ROBERTS; CRAWFORD; COCHET, 1961), porém a taxa de cruzamento entre o arroz-vermelho e o arroz branco é variável, de acordo com a coincidência de florescimento, das distâncias entre plantas e condições ambientais no momento da polinização (YOSHIDA, 1981). Segundo Langevin; Clay e Grace (1990) a possibilidade de cruzamento natural entre o arroz-vermelho e ao arroz branco pode variar de 1% a 52%, surgindo assim plantas com características semelhantes ao arroz branco. Como os genes do arroz vermelho podem ser facilmente transferíveis para o arroz cultivado, em pouco tempo pode-se obter indivíduos com o tipo de planta e de grão comercial, porém, com coloração vermelha dos grãos (BRUNES et al., 2007). A distância necessária para que ocorra a polinização cruzada pode variar de acordo a espécie e ambiente. Ramírez; Menezes e Peske (2002) estimaram que a polinização cruzada pudesse ocorrer a no máximo 3 m de distância. Já outros autores estimam uma distância máxima de 10 m (BRUNES et al., 2007; MESSEGUER et al., 2001).

A planta de arroz é formada por raízes, caule, folhas e conjunto de espiguetas, o qual é chamado de panícula (ADORIAN, 2010). O arroz apresenta três tipos de raízes: a) raízes seminais que se desenvolvem após a germinação e se mantém até a formação da sétima folha; b) raízes do mesocótilo que raramente se desenvolvem; e c) raízes adventícias (nodais) que constituem o sistema radicular principal (YOSHIDA, 1981).

Segundo Guimarães, Fageria e Barbosa Filho (2002), o caule do arroz é composto por um colmo principal e um número variável de colmos primários e secundários, denominados perfilhos. O colmo é constituído por nós e entrenós e é completamente envolvido pela bainha antes da floração, sendo parte dele exposta, abaixo da panícula, após a floração.

As folhas encontram-se inseridas nos nós do colmo e apresentam bainha, uma porção que envolve o caule, e a lâmina que é a porção pendente da folha. Na junção dessas duas partes situa-se o colar, do qual emergem as aurículas, dois pequenos apêndices em forma de orelha, e a lígula que se trata de uma estrutura membranosa em forma de língua. A planta do arroz apresenta um número de 8 a 14 folhas que se originam a partir do colmo, a última folha de cada colmo denomina-se folha bandeira. Os genótipos diferem quanto ao comprimento, largura, ângulo de inserção, pubescência e cor das folhas (PINHEIRO, 2006).

Durante o crescimento vegetativo, da base das folhas de cada nó não alongado do colmo principal, originam-se os perfilhos primários, e estes por sua vez, dão origem aos perfilhos secundários, que por sua vez, dão origem aos perfilhos terciários. Os perfilhos e raízes emergem do mesmo nó e começam a surgir no estágio de quatro a cinco folhas das plantas (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

A inflorescência da planta de arroz é do tipo panícula, localizada sobre o último entre nó do caule. Pode ser aberta, compacta ou intermediária, dependendo de cada cultivar, e pode ser classificada como ereta, pendente ou intermediária, conforme o ângulo de inserção nas ramificações secundárias. É composta pelo ráquis, dos quais saem as ramificações primárias, em número de 8 a 10, e destas saem as ramificações secundárias. Geralmente de cada nó do ráquis sai uma ramificação primária, no entanto, em condições especiais de alta luminosidade e fertilidade do solo podem sair até três ramificações (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

As flores, denominadas espiguetas, são hermafroditas e se encontram reunidas na panícula. Cada panícula é composta por 50 a 250 espiguetas (PEDROSO, 1982). Em geral, cada espigueta é formada por dois pares de brácteas que compõem as glumas. As glumas do par superior denominam-se lema e pálea e contém no seu interior o ovário, dois estiletos com estigma plumoso, seis estames e as lodículas, que são estruturas ovais e pouco desenvolvidas situadas na base do ovário. Em alguns genótipos a lema pode desenvolver uma extensão filiforme, denominada arista (VERGARA, 1979).

O grão é do tipo cariopse, formado após a fecundação de cada espigueta, que contém uma única semente envolvida pela lema e pálea. Estas e as glumas estéreis e outras estruturas associadas, formam a casca (CHANG; BARDENAS, 1965 citados por PINHEIRO, 2006; JULIANO, 1984). A casca é uma estrutura porosa, leve e rica em sílica (15-18%), que tem como principal função proteger o fruto contra o ataque de insetos ou fungos (VIEIRA; CARVALHO, 1999).

As sementes, quando semeadas em condições naturais de solo, germinam entre 5 e 7 dias (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002). O ciclo da planta pode variar de três a seis meses, dependendo da cultivar e das condições ambientais (VERGARA, 1979; YOSHIDA, 1981).

As populações de arroz são bastante variáveis com relação às características das plantas, bem como às dos grãos, e são agrupadas de acordo com as características das sementes (NOLDIN et al., 2004). O arroz de pericarpo vermelho mais conhecido caracteriza-se por apresentar ramificações secundárias nas panículas, espiguetas persistentes no pedicelo e lígulas com até 10 mm de comprimento (PEREIRA, 2004).

Dentre as diferenças entre as variedades de arroz-vermelho, existem as relacionadas com a produtividade de grãos, duração do ciclo vegetativo, altura de planta, número de panículas por planta, número de espiguetas por panícula e massa de grãos (NOLDIN; CHANDLER; McCAULEY, 1999). Estas diferenças podem ser exploradas pelo melhoramento genético de plantas, buscando variedades ideais para o cultivo nas regiões produtoras.

As variedades plantadas, em geral, apresentam tradicionalmente porte alto, folhas longas, largas e decumbentes, além de baixo potencial genético de produção. Contudo, com o cruzamento natural entre o arroz-vermelho tradicional e o arroz branco, já foram identificadas variedades de arroz-vermelho com arquitetura de planta do grupo moderno, porte baixo em torno de um metro, folhas curtas, estreitas e eretas, além de elevado potencial produtivo (PEREIRA et al., 2008). Segundo Shivrain et al. (2009), o arroz vermelho apresenta maior sistema radicular que o arroz branco, proporcionando sua vantagem competitiva.

Os genótipos de arroz-vermelho têm alta capacidade de emitir perfilhos, principalmente em ambientes sujeitos ao déficit hídrico (PEREIRA, 2004). No entanto, o perfilhamento excessivo pode ocasionar o aumento do número de perfilhos inviáveis. De acordo com França et al. (2008), admite-se como ideal de 2 a 6 perfilhos por planta de arroz, que corresponderiam a uma maior quantidade de perfilhos viáveis.

Diferente do arroz branco, geralmente, as sementes apresentam-se dormentes, sendo a intensidade e o tempo de duração da dormência, bem como a porcentagem de germinação variável em função do biótipo (AGOSTINETTO, et al., 2001)

Além das diferenças fisiológicas, os ecótipos de arroz vermelho variam também quanto ao tipo de grãos, apresentando desde grãos curtos até extralongos (SCHWANKE, 2008). Segundo Boêno (2008), os grãos desses arrozes não possuem padrão definido em suas

dimensões e diferem entre os genótipos, o que torna conveniente a adequação de metodologias que possam definir legalmente a classificação desses grãos beneficiados.

2.3 Importância, cultivo e mercado do arroz-vermelho

O arroz-vermelho é cultivado apenas em pequenas regiões de alguns países, como Brasil, Argentina, Venezuela, Madagascar, Moçambique, Sri Lanka, Índia, Nepal, Butão, Japão e Coréia do Sul. No entanto, outra espécie menos comum é cultivada na África ocidental, a *Oryza glaberrima* Steud (PEREIRA et al., 2009). Os principais estados brasileiros produtores do arroz-vermelho são Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará, Bahia e Alagoas, sendo também produzido em alguns municípios do norte de Minas Gerais (Figura 1), na maioria destes lugares o cultivo está relacionado com o consumo local e é cultivado por pequenos produtores (DINIZ FILHO, 2007; PEREIRA et al., 2009). No Brasil, onde predomina a produção do arroz branco, o arroz-vermelho é o tipo de arroz especial que apresenta maior importância (PEREIRA; RAMOS, 2004).

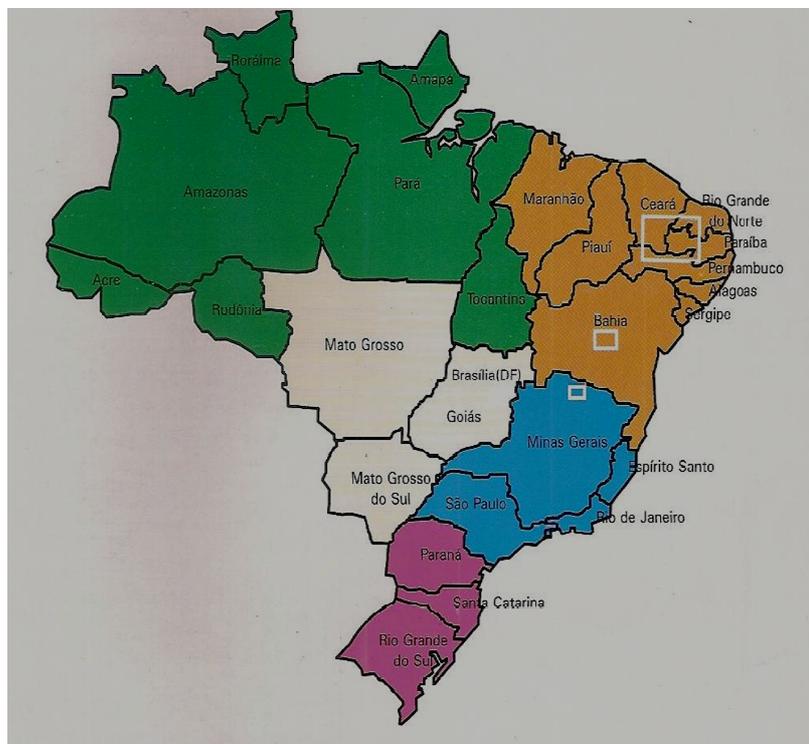


Figura 1: Áreas de ocorrência de cultivo de arroz-vermelho no Brasil (PEREIRA; RAMOS, 2004).

Em todo país o arroz-vermelho continua tendo maior expressão na área compreendida pelo polígono cujos vértices se situam nos municípios de Iguatu no Ceará, Apodi e Caicó no

Rio Grande do Norte e Afogados da Ingazeira e Araripina em Pernambuco. A Paraíba é o maior produtor de arroz-vermelho destacando-se o vale do Rio Piancó, correspondendo às microrregiões geográficas de Itaporanga e Piancó (Santana dos Garrotes) (PEREIRA, 2004).

No Vale do Apodi – RN o arroz-vermelho é cultivado a dezenas de anos gerando renda e sendo o sustentáculo econômico para muitas famílias de pequenos produtores. Nesta região o cultivo se sustenta devido à qualidade dos solos, apropriados para a produção de arroz, à grande disponibilidade de água, tanto superficial, devida à perenização do rio Apodi-Mossoró pela barragem Santa Cruz, como subterrânea, obtida de poços amazonas e artesianos, ao longo da várzea além da mão de obra familiar disponível que é tradicionalmente capacitada ao desenvolvimento da atividade e do clima excelente, com alto fotoperíodo, baixa amplitude térmica, temperaturas máximas e mínimas médias ideais para a cultura, e à organização das comunidades em associações (BARRETO, 2012).

Ultimamente, o Vale do Paraíba, que já é o maior produtor de arroz irrigado do estado de São Paulo, pioneiro no cultivo de variedades exóticas de arroz, depois de emplacar no mercado o arroz preto, que já é consumido no eixo Rio - São Paulo - Belo Horizonte e nas principais capitais do País, graças ao empenho de um grupo de pesquisadores e produtores, chega agora ao mercado o arroz-vermelho, produzido em Pindamonhangaba, onde se concentram também as principais pesquisas sobre o assunto. Atualmente o cultivo de variedades especiais de arroz é consolidado como um negócio vantajoso, custando cerca de R\$20,00 cada quilo de arroz industrializado, somado ao câmbio desfavorável o consumo interno torna-se mais atraente que a exportação atualmente (FARIA, 2010; SANTOS, et al., 2012).

Enquanto no Sul do país, o arroz-vermelho é tido como a principal planta invasora dos arrozais, no Nordeste, a variedade vermelha é uma iguaria gastronômica e um item importante para a subsistência do agricultor. Além disto, o arroz-vermelho é considerado importante patrimônio genético e base para os programas de melhoramento de arroz nos centros de pesquisas (PLANETA ARROZ, 2006).

O arroz-vermelho cultivado no Nordeste é o mesmo considerado como uma planta daninha no sul, com a diferença de que o cultivado, com a sequência de seleção fenotípica e genotípica existente durante o decorrer dos anos de cultivo, apresenta suas características botânicas mais favoráveis (PEREIRA, 2004).

O arroz-vermelho é cultivado em várzeas, dependente de água das chuvas, mas há alguns agricultores que o cultivam em condições irrigadas (PEREIRA, 2004). Plantado predominantemente por pequenos agricultores, como lavoura de subsistência e sem o uso de

qualquer tecnologia, o arroz-vermelho, em termos práticos, pode e deve ser considerado um alimento orgânico, podendo por isso se tornar um produto ainda mais importante do que efetivamente o é (PEREIRA et al. 2007).

No estado da Paraíba é consumido por todas as classes, tendo alcançado também demanda crescente nos restaurantes de grandes centros, sendo considerada uma iguaria gastronômica (FONSECA et al., 2007; SLOW FOOD BRASIL, 2007).

Da mesma forma que acontece para os lipídios, a maioria das fibras do grão de arroz é perdida no processo de polimento, no entanto este tipo de arroz é consumido da forma integral ou semi integral, o que o torna mais nutritivo, pois se processado acaba perdendo sua principal característica, que é a cor vermelha do pericarpo (BOÊNO, 2008). Hunt, Johnson e Juliano (2002) afirmam que o arroz integral apresenta maiores teores de zinco biodisponível ($2,1 \text{ mg} \times 100 \text{ g}^{-1}$) que o polido ($1,5 \text{ mg} \times 100 \text{ g}^{-1}$).

O arroz-vermelho apresenta características diferentes do arroz branco como em relação a sabor, textura e provável valor medicinal sendo utilizado no controle de diarreia e na dieta de gestantes (PEREIRA; RAMOS, 2004; PEREIRA et al., 2008;). O pigmento vermelho do grão do arroz, uma proantocianina grande responsável pela alta digestibilidade e pela ação antioxidante, capaz de reduzir a formação de placas ateroscleróticas, um fator de risco associado a doenças cardiovasculares, e ainda atua como importante fator de resistência ao ataque de alguns patógenos e inibição de predadores da cultura do arroz (LING et al., 2001; SWEENEY et al., 2006).

Segundo Pereira et al. (2007), no geral, as variedades de arroz-vermelho apresentam baixo teor de amilose, o que confere a característica de grãos aquosos e pegajosos no cozimento, aspecto apreciado pelo consumidor de arroz-vermelho, enquanto o arroz branco de maior preferência nacional apresenta teor intermediário de amilose e grãos pouco aquosos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento. Em trabalho feito pelos autores, a maioria das variedades semi-anãs de arroz-vermelho testadas apresentaram teores altos de amilose possivelmente herdada pelo genitor branco. Outras características como pegajosidade e textura macia com centro firme após o cozimento também são atribuídas ao arroz-vermelho. Teores de proteína superiores aos de arroz branco, assim como o teor de ferro e de zinco (PEREIRA et al., 2009; SOARES; CAMARGOS, 2009).

Ao mesmo tempo, a Embrapa Meio Norte e a Embrapa Arroz e Feijão tem desenvolvido um programa de melhoramento genético com objetivo de conseguir variedades de arroz-vermelho mais produtivas e com melhores características agrônômicas do que as atuais (BOÊNO, 2008). De acordo com o pesquisador da Embrapa Meio-Norte, José Almeida

Pereira, atualmente a produtividade do arroz-vermelho em sistema sequeiro na Paraíba, maior região produtora, ainda é muito baixa, cerca de 1000 quilos por hectare, enquanto no Rio Grande do Norte, com cultivo irrigado, a produtividade é mais elevada, com 4,5 mil quilos por hectare. Assim, pesquisas e programas de melhoramento estão sendo desenvolvidos, principalmente visando o aumento de produtividade do arroz-vermelho. O próprio arroz branco está sendo utilizado para fornecer essa característica ao arroz-vermelho, podendo alcançar uma produtividade de mais de sete mil quilos por hectare (GLOBO RURAL, 2011).

Segundo Barreto (2012), a produção do arroz-vermelho não vem acompanhando a sua expansão no mercado, possivelmente devido a fatores de manejo inadequado associados à falta de assistência técnica. Os principais problemas são a utilização excessiva e inadequada de adubos e defensivos químicos, além de problemas de solo, que se expressam em baixo perfilhamento de plantas, causando queda de produtividade, o manejo da irrigação e a distribuição da água são realizados de forma inadequada, ineficiente, baseado unicamente na aplicação da água. O autor afirma que a maioria dos produtores no Vale do Apodi, não controla de forma correta a lâmina de irrigação aplicada, sendo uma irrigação intermitente e não controlada. Isto, aliado a não sistematização da área e à variabilidade espacial do solo, proporciona uma grande variação da produtividade ao longo da área.

Oliveira et al. (2009) perceberam que genótipos de arroz-vermelho se caracterizam por apresentarem valores agronômicos satisfatórios no sistema de cultivo agroecológico. Apesar de não apresentar ainda valores de produtividade semelhantes às cultivares comerciais de arroz branco, apresentam portanto, potencial para a obtenção de maiores índices.

Segundo Agostinetto et al. (2001), por pertencerem à mesma espécie botânica, as condições edafoclimáticas que favorecem o arroz branco geralmente favorecem o arroz-vermelho. No entanto, o arroz-vermelho tem uma produtividade inferior à do arroz branco devido ao processo de seleção do arroz-vermelho ser mais recente, esta produtividade pode ser aumentada com a redução da altura da planta, com a redução de matéria seca da parte aérea e com a maior produção de grãos (PEREIRA et al., 2009).

2.5 Diversidade e melhoramento genético

A grande quantidade de variedades tradicionais ou também chamadas de crioulas existentes no Brasil concede aos programas de melhoramento de plantas valiosa fonte genética (ARAÚJO; SOUZA; FERNANDES, 2003). Portanto, é de extrema importância a conservação dos recursos genéticos vegetais existentes nestas variedades, uma vez que tais

recursos estão ameaçados de extinção, devido à substituição dos materiais primitivos e tradicionais por cultivares modernas e mais vantajosas (FREIRE; SILVA; FREIRE, 1995).

Estudando a base genética do arroz irrigado cultivado no Brasil, Rangel, Guimarães e Neves (1996), observaram que apenas dez ancestrais contribuem com 68% do conjunto gênico das variedades brasileiras de arroz irrigado e, considerando as cultivares mais plantadas nos principais estados produtores, apenas sete ancestrais são responsáveis por 70% do conjunto gênico. Diante deste resultado, os autores reconhecem a necessidade de aumentar a base genética do arroz irrigado, para aumentar a produtividade e evitarem riscos de vulnerabilidade genética.

Como a base genética das variedades melhoradas de arroz de terras altas cultivadas na América Latina e no Brasil, é relativamente estreita (GUIMARÃES; BORRERO; OSPINA-REY, 1996), torna-se importante o estudo das variedades tradicionais, a fim de obter mecanismos de tolerância a estresses ambientais (como déficit hídrico e Al^{+3}) e possivelmente de eficiência de uso de nutrientes (SOUZA; STARK; FERNANDES, 1998).

O conhecimento das relações genéticas entre acessos de arroz-vermelho pode ser útil à escolha de genitores anteriormente às hibridizações com variedades de arroz cultivado para a geração de novas cultivares (MALONE et al., 2007), além de que pode-se buscar o desenvolvimento de marcadores ou a clonagem de genes relacionados, por exemplo, a caracteres de interesse à fisiologia de sementes, como germinação a grandes profundidades, vigor, tolerância ao frio e ciclo (REDONA; MACKILL, 1996).

A fim de manter a diversidade genética, trabalhos de coleta vem sendo feitos para resgatar variedades de arroz crioulas de terras altas ou de sequeiro, no entanto, para o conhecimento da variabilidade genética existente entre estes acessos, é necessária a caracterização dos mesmos, ou seja, que suas características morfológicas, fenológicas, fisiológicas, agronômicas e moleculares sejam identificadas e registradas, por meio de descritores específicos (FONSECA; CASTRO; MORAIS, 2006a; VIEIRA, 2007).

De acordo com Dantas et al. (2008), dentre as atividades de coleta, introdução, caracterização, avaliação e regeneração do germoplasma realizadas nos Bancos de Germoplasmas, as avaliações e caracterizações são as mais importantes e concentram maiores esforços, já que a partir destas é possível agrupar a coleção em subconjuntos, de acordo com seus propósitos de utilização no melhoramento. Até que uma coleção seja avaliada e conhecido o material que a compõe, ela terá pouco uso prático, por isso os acessos necessitam ser descritos apropriadamente. Assim, a caracterização e avaliação de germoplasma auxiliam

na identificação, conservação e maior exploração da variabilidade genética da cultura orizícola (NASCIMENTO, 2008).

Para a utilização em programas de melhoramento genético, as diferenças morfológicas e agronômicas manifestadas entre os genótipos nos ambientes de cultivo são mais importantes, principalmente por refletir em interações gênicas e interações genótipo x ambiente, as quais normalmente são decisivas para a escolha de determinado cultivar ou manejo específico da cultura (SILVA et al., 2011).

A caracterização morfológica é uma ação de pré-melhoramento, em que dados obtidos juntamente com a produtividade e outras características de interesse agronômico são reunidos, podendo auxiliar na escolha de genitores com as características favoráveis para o desenvolvimento de linhagens (MORAIS et al., 2006).

Através do estudo dos aspectos morfológicos de variedades pode-se fazer o registro de caracteres de identificação, promovendo o melhor acesso a esse material em busca de plantas com boa resposta em termos de produtividade e comportamento em diversas condições ambientais (SANTOS et al., 2012).

A caracterização morfológica fornece uma série de informações a respeito da variabilidade genética de cada acesso estudado, possibilitando grandes avanços na descrição da divergência genética entre acessos (GUIMARÃES et al., 2007).

Freire, Morale e Batista (1999) consideram os descritores morfológicos mais utilizados para o arroz: a cor da folha, ângulo e pubescência da folha bandeira, exserção e tipo de panícula, arista, cor do apículo, cor e pubescência das glumelas,

A Botânica Sistemática somente considera os caracteres de planta adulta, enquanto as características das plântulas são pouco adotadas, talvez pela limitação de dados (DONADIO; DEMATTÊ, 2000). Em Programas de Melhoramento são utilizados os descritores morfológicos de plantas, mas os descritores detalhados das sementes e plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento não são incluídos. As características morfológicas observadas em sementes e plantas de arroz após a antese são consideradas por Bonow et al. (2007) as mais adequadas para a caracterização e diferenciação de cultivares desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORIAN, G. C. **Caracterização da diversidade fenotípica existente em uma coleção nuclear de arroz de terras altas**. 2010, 63f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2010.

AGOSTINETTO, et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-349. 2001.

ARAÚJO, E. S.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em grãos de variedades de arroz do Maranhão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p.1281-1288, 2003.

BARRETO, H. B. F. Variabilidade espacial de atributos do solo que influenciam a produção de arroz vermelho no Vale do Apodi-RN, 2012, 60f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2012.

BOÊNO, J. A. **Caracterização da qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.)**, 2008. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2008.

BONOW, S. et al. Caracterização morfológica de cultivares de arroz visando à certificação da pureza varietal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 619-627, 2007.

BRUNES, T. O. et al. Fluxo gênico entre arroz vermelho e arroz cultivado estimado por meio de marcadores microsatélites. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 86-92, 2007.

CHANG, T. T.; BARDENAS, E. A. **The morphology and varietal characteristics of rice plant**. IRRI, 1965. 40 p.

CRUSCIOL, C. A. C. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 287-293, 2001.

DANTAS, F. V. et al. Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de mamona da Embrapa Algodão. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, Salvador, **Anais...** Salvador, 2008. Disponível em <http://www.seagri.ba.gov.br/anais_mamona/.../MG%2029.pdf> Acesso em: 30 mai. 2012.

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

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth.). FABACEAE. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000.

FARIA, J. C. A Primeira safra paulista de arroz vermelho. **O Estado de São Paulo**. São Paulo. 17 fev. 2010. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.htm>>. Acesso em: 30 mai. 2011.

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O. P. Características botânicas, agronômicas e fenológicas de cultivares de arroz de terras altas. **Comunicado Técnico 120**, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2006a. 4 p.

FONSECA, J. R. et al. Descrição morfológica, agronômica, fenológica e culinária de alguns tipos especiais de arroz. **Documentos on-line 210**, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, ed. 21, 2007. 28 p.

FONSECA, J. R. et al. Recursos genéticos. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, cap. 8, p. 257-288.

FRANÇA, M. G. C. et al. Relações entre crescimento vegetativo e acúmulo de nitrogênio em duas cultivares de arroz com arquiteturas contrastantes. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 43-49, 2008.

FREIRE, M. S.; MORALE, E. A. V.; BATISTA, M. F. Diversidade genética.. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P.; **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999, p. 559-581.

FREIRE, M. S.; SILVA, H. T. da; FREIRE, A. de B. Conservação de recursos genéticos de arroz e feijão., **Documentos 54**, Embrapa-CNPAF, Goiânia, 1995, 16 p.

GLOBO RURAL. Arroz vermelho, de praga a cultivo. Globo, n.306, 2011. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI222664-18101,00-ARROZ+VERMELHO+DE+PRAGA+A+CULTIVO.html>>. Acesso em: 05 mai. 2012.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve, **Potafos**, Piracicaba, n. 99, p. 1-12. 2002.

GUIMARÃES, E. P.; BORRERO, J.; OSPINA-REY, Y. Genetic diversity of upland rice germplasm distributed in Latin América. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 187-194, 1996.

GUIMARÃES, W. R. et al. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 37-45, 2007.

HAN, L. Genetic analysis and histological study of red seed in rice. **Acta Genetica Sinica**, China, v.33, n.6, p.559-564, 2006.

HUNT, J.R.; JOHNSON, L.K.; JULIANO, B.O. Bioavailability of zinc from cooked Philippine milled, undermilled, and brown rice, as assessed in rats by using growth, bone zinc, and zinc-65 retention. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Whashington, v. 50, n.18, p. 5229-5235, 2002.

JULIANO, B. O. Rice starch: production, properties and uses. In: WHISTLER, R. L.; MILLER, J. N.; PASCHALL, E. F. **Starch: chemistry and technology**. Orlando: Academic Press, 1984, 2.ed. p. 507-527.

- LANGEVIN, A. S.; CLAY, K.; GRACE, J. B. The incidence and effects of hybridization between cultivate rice and its related weed rice (*Oryza sativa* L.). **Evolution**, Malden, v. 44, n. 4, p. 1000-1008, 1990.
- LING, W.H. et al. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. **The Journal of the Nutrition**, New York, p. 1421-1426, 2001.
- MALONE, G. et al. Caracterização bioquímica e molecular de acessos de arroz vermelho coletados no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 77-85, 2007.
- MENEZES, B. R. S. et al. Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.4, p.490-499, 2011.
- MESSEGUER, J. C. et al. Field assessments of gene flow from transgenic to cultivated rice (*Oryza sativa* L.) using a herbicide resistance gene as tracer marker. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlim, n. 103, p. 1151-1159. 2001.
- MORAIS, O. P. et al. Melhoramento genético. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p.289-358.
- NASCIMENTO, W. F. **Cracterização morfoagronomica de acessos de arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas**. 2008. 82f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia- Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2008.
- NOLDIN, J. A. et al. Desempenho de populações híbridas F2 de arroz vermelho (*Oriza sativa*) com arroz transgênico (*O. sativa*) resistente ao herbicida Amonio-glufosinate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 381-395. 2004.
- NOLDIN, J. A.; CHANDLER, J. M.; McCAULEY, G. N. Red rice (*Oryza sativa* L.) biology. I. Characterization of red rice ecotypes. **Weed Technology**, London, v. 13, n. 1, p. 12-18. 1999.
- OKI, Y. et al. Polymeric procyanidins as radical-scavenging components in red-hulled rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Whashington, v. 50, p. 7524–7529, 2002.
- OLIVEIRA, D. M., et al. Caracterização morfológica e agronômica de variedades de arroz vermelho em sistema de produção agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 4, n. 2, p. 2137-2139, 2009.
- PEDROSO, B. A. **Arroz irrigado: obtenção e manejo de cultivares**. Porto Alegre: Sagra, 1982. 175 p.
- PEREIRA, J. A. et al. Análise da heterose de cruzamentos entre variedades de arroz vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1135-1142, 2008.
- PEREIRA, J. A. et al. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 243-248, 2009.

PEREIRA, J. A. et al. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 43-48. 2007.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

PEREIRA, J. A.; RAMOS, S. R. R. **Cultura do arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. (Folder). 6p.

PINHEIRO, B. S. Características morfológicas da planta relacionadas à produtividade. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, p. 209-256.

PLANETA ARROZ. Arroz vermelho: daninha no sul, alimento no norte. **Planeta Arroz**, ano 5, ed.17, p.35-37. 2006. Disponível em: <http://www.planetaarroz.com.br/site/noticias_detalhe.php?idNoticia=8990>. Acesso em: 29 abr. 2011.

RAMÍREZ, H., MENEZES, V. G.; PESKE, S. T. Estimativa do fluxo gênico através da polinização cruzada em cultura do arroz irrigado. p. 266-8. In REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ DA EMBRAPA, 7. 2002, Santo Antônio de Goiás. **Anais...** 2002, 691 p.

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 349-357, 1996.

REDONA, E. D.; MACKILL, D. J.. Mapping quantitative trait loci for seedling vigor in rice using RFLPs. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlim, v. 92, p. 395-402, 1996.

ROBERTS, E.H., CRAWFORD, R. Q.; COCHET, F. Estimation of percentage of natural crosspollination: experiment on rice. London: **Nature**, n. 190, p. 1084-1085. 1961.

SANTOS, et al. **Anuário brasileiro de arroz 2012**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2012. 128 p.

SCHWANKE, A. M. L. et al. Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 249-260. 2008.

SHIVRAIN, V. K. et al. Gene flow from weedy red rice (*Oryza sativa* L.) to cultivated rice and fitness of hybrids. **Pest Management Science**, Malden, v.65, p.1124–1129, 2009.

SILVA, E. F. et al. Diferenças fenotípicas entre genótipos de terras altas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 280-286, 2011 .

SLOW FOOD BRASIL. **Fortaleza do arroz vermelho**. 2007. Disponível em: <<http://www.slowfoodbrasil.com/fortalezas/fortalezas-no-brasil/130-fortaleza-do-arroz-vermelho-ou-arroz-de-veneza>>. Acesso em: 29 abr. 2012.

SOARES, A. P.; CAMARGOS, S. L. Morfologia de grão e qualidade proteica em variedades de arroz vermelho. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 4, p. 31-40. 2009.

SOUZA, S.R.; STARK, E.M.L.; FERNANDES, M.S. Nitrogen remobilization during the reproductive period in two rice varieties. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 10, p. 2040-2063, 1998.

SWEENEY, M. T. et al. Caught red-handed: Rc encodes a basic helix-loop-helix protein conditioning red pericarp in rice. **The Plant Cell**, Waterbury, v. 18, p. 283-294, 2006.

VERGARA, B. S. **A farming's primer on growing**. Los Baños: IRRI, 1979. 221 p.

VIEIRA, J. **Caracterização morfológica e molecular do banco de germoplasma de arroz irrigado (*oryza sativa* L.) da EPAGRI**. 2007, 115f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2007.

VIEIRA, N. R. A.; CARVALHO, J. L. V. Qualidade tecnológica. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 1999, cap. 23, p. 869-800.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Manila: The International Rice Research Institute, 1981. 289 p.

CAPÍTULO II
MORFOLOGIA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ-
VERMELHO

MORFOLOGIA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ARROZ-VERMELHO

CARDOSO, R. R.; MATOS, V. P.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS, H. H. D.

RESUMO – O arroz-vermelho na região Nordeste faz parte da alimentação diária de muitas pessoas, sendo inclusive bastante procurado por restaurantes dos grandes centros. A partir de estudos morfológicos de sementes e plântulas pode-se caracterizar família, gêneros e espécies, fornecer informações sobre identificação de espécies em fases jovens além de obter informações sobre germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura. As sementes de seis variedades de arroz-vermelho (Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN 0803) obtidas de experimentos realizados pela Embrapa Meio-Norte, localizada no município de Teresina – PI foram utilizadas nos experimentos conduzidos no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife – PE.. Foram semeadas em rolos de papel toalha quatro repetições de 25 sementes e encaminhadas ao germinador regulado a temperatura alternada 20-30°C e regime de luz contínua. As variedades apresentam glumelas, glumas e apículo de cor palha, glumas pilosas e cariopse de cor vermelha, exceto a variedade Cáqui que apresenta glumas e apículo de cor marrom e cariopse de cor parda. A forma meio-alongada do grão foi observada em maior frequência nas variedades avaliadas com exceção da variedade MNA RN 0803 que apresentou uma frequência de 60% dos grãos meio-alongados e 25% semi-arredondados. As variedades MNA PB 0728, MNA RN 0802 e Cáqui pertencem à classe de grãos longos, MNA PB 0405 a de grãos médios, enquanto as variedades Vermelho e MNA RN 0803 à classe de grãos misturados. As sementes de todas as variedades estudadas possuem endosperma translúcido e farináceo. As variedades MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA 0803 foram as variedades com maiores porcentagens de germinação. No entanto a variedade MNA PB 0728 se destacou pelo maior vigor germinativo. Apenas as variedades MNA PB 0728 e MNA RN 0803 apresentaram germinação acima dos limites mínimos permitidos. A variedade MNA PB 0728 apresentou o menor tamanho de parte aérea e de raiz primária, porém também o maior peso de massa seca das duas partes da plântula.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., Poaceae, classes de grãos, plântula normal, germinação, vigor.

ABSTRACT - Red rice in the Northeast part of the daily diet of many people, including being highly sought after by restaurants from major centers. From morphological studies of seeds and seedlings can characterize families, genera and species, provide information on species identification in young stages as well as information on germination, storage, viability and seeding methods. The seeds of six varieties of red rice (Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 and MNA RN 0803) obtained from experiments conducted by Embrapa Meio-Norte, located in the city of Teresina - PI were used in experiments conducted in the Seed Laboratory of the Department of Agronomy at the Federal Rural University of Pernambuco - UFRPE. were taken four replications of 25 seeds sown in rolls of paper towel moistened with nystatin at 0.2%. After sowing the seeds were sent to the germinator, set at alternating temperature 20-30 °C and under continuous light (BRAZIL, 2009). Varieties analyzed present glumes, glumes and apiculus straw colored, hairy glumes and caryopsis color red, except the variety Cáqui presenting apiculus glumes and caryopsis color brown and dark-skinned. The half-way elongated grain was observed in the higher frequency varieties tested except variety MNA RN 0803 which had a frequency of 60% of the medium - elongated grains, and 25% semi - rounded. The varieties MNA PB 0728, MNA RN 0802 and Cáqui belong to the class of long grain, MNA PB 0405 to medium grain, while the varieties Vermelho and MNA RN 0803 to the class of mixed grains. The seeds of all varieties have translucent and chalky endosperm. The varieties MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 and MNA RN 0803 were the varieties with high germination percentage. However the variety MNA PB 0728 stood at germination vigor. Only varieties PB MNA MNA RN 0803 and 0728 showed germination above the minimum limits allowed. The variety MNA PB 0728 showed the smallest size of shoot and primary root, but also the largest dry weight of the two parts of seedlin.

Keys words: *Oryza sativa* L., Poaceae, classes of grain, normal seedling, germination, vigor.

INTRODUÇÃO

O arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) é tido como a forma espontânea do arroz branco e tem esse nome devido à cor vermelha do pericarpo, caráter dominante definido por dois loci característico do gênero. É cultivado principalmente na região nordeste do país com destaque aos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará e Bahia (PEREIRA et al. 2007; PEREIRA et al., 2009). No Nordeste, existe grande demanda do arroz-vermelho, o qual faz parte da alimentação diária de muitos, sendo inclusive bastante procurado por restaurantes dos grandes centros, que faz com que o preço seja até quatro vezes mais que o arroz branco (FONSECA et al., 2007).

Normalmente apresenta ciclo vegetativo mais longo, porte mais alto e baixo potencial produtivo dentre outras características quando comparado ao arroz branco, no entanto com a ocorrência de cruzamentos e aumento da seleção decorrente dos cultivos sucessivos nas regiões produtoras, houve o surgimento de variedades de arroz-vermelho com arquitetura mais próxima à comercial (PEREIRA et al., 2008)

As características morfológicas das sementes não variam muito com as modificações ambientais e podem ser usadas tão seguramente quanto as de uma planta inteira para se chegar até a identificação da espécie (MARTIN; BARKLEY, 1961; MUSIL, 1963).

Os estudos sobre morfologia de plântulas têm merecido atenção há algum tempo, quer seja como parte de estudos morfo-anatômicos, objetivando ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou grupamento sistemático vegetal, quer visando o reconhecimento e identificação de plântulas de certa região dentro de um enfoque ecológico (OLIVEIRA, 1993). Damião Filho (1993) ressaltou que a interpretação das estruturas da planta jovem é de fundamental importância quando se faz necessária a mensuração dos diferentes estádios de crescimento da planta. A partir de estudos morfológicos de sementes e plântulas, pode-se, ainda, obter informações sobre germinação, conservação ex situ, viabilidade e métodos de semeadura (FERREIRA, et al. 1998).

A descontaminação ou rouging é a limpeza total e sistemática com remoção de plantas indesejáveis de um campo para produção de sementes, este procedimento garante a manutenção da identidade genética, sendo iniciado na pós-emergência (PESKE; BARROS, 2006). Assim, morfologia de plântulas nos estádios iniciais de desenvolvimento tem importância fundamental para produção de sementes, pois oferece subsídios que auxiliam a identificação das variedades de arroz na operação de descontaminação de campos para produção de sementes.

As observações das dimensões das sementes de arroz tem importância comercial, pois as relações entre comprimento e largura determinam a Classe de arroz na qual se insere, influenciando em sua valoração, assim como na sua viscosidade após o cozimento (MOSSMAN; FELLERS; SUZUKI, 1983; MAGALHÃES JÚNIOR, et al. 2012).

O arroz de sequeiro apresenta, em geral, baixa produtividade e qualidade de sementes inferior quando comparado ao cultivo de irrigação por inundação, necessitando de maior conhecimento e pesquisas ligadas ao melhoramento genético, além do uso de técnicas agrônomicas visando o aumento de produtividade do arroz-vermelho (CRUCIOL et al., 2001).

A qualidade fisiológica de sementes é um somatório de todos os atributos físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade da planta se tornar uma planta produtiva (POPINIGIS, 1977). Marcos Filho, (1999) destaca sua importância para a agricultura, proporcionando o rápido e uniforme estabelecimento da população adequada de plantas no campo.

Com o intuito de obter-se e acrescentar informações sobre as variedades estudadas bem como facilitar a identificação a partir de características peculiares, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar e descrever morfologicamente sementes e plântulas e avaliar a qualidade fisiológica de sementes de seis variedades de arroz-vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das variedades de arroz-vermelho

As sementes de seis variedades de arroz-vermelho foram obtidas de experimentos realizados pela Embrapa Meio-Norte, localizada No município de Teresina – PI. As variedades utilizadas no experimento foram a Vermelho, Cáqui, MNA RN 0802, MNA RN 0803, MNA PB 0405 e MNA PB 0728, sendo as quatro últimas resultado de seleção de plantas de populações de arroz vermelho, as MNA RN 0802 e MNA RN 0803 resultantes de populações encontradas no Vale do Apodi no Rio Grande do Norte, e as MNA PB 0405 e MNA PB 0728 encontradas em populações da região do Vale do Rio Peixe, na Paraíba. A colheita de todas as variedades foi realizada no mês de novembro de 2011 com exceção da MNA PB 0728 que foi colhida na mesma época do ano de 2012, depois de colhidas foram mantidas em câmara fria (12°C e 60% de Umidade Relativa).

Morfologia de sementes e plântulas de arroz-vermelho

Inicialmente foi feita a morfologia da semente do arroz em casca, observando as suas características externas como cor das glumas e glumelas, cor do ápulo e textura, posteriormente foi retirada manualmente casca das sementes e analisada as características da cor, brilho, textura e pilosidade da semente sem casca.

Para a biometria foram feitas medições do comprimento (C), largura (L) e espessura (E) de 200 unidades de cada variedade utilizando paquímetro digital de 0,01 milímetros de precisão, registrando-se a média, o mínimo e o máximo para cada avaliação. As sementes foram classificadas de acordo com sua forma, determinada pela relação entre comprimento e largura (C/L) após descascados e sem polimento, considerando-se a escala que se segue: arredondada (C/L menor que 1,50), semiarredondada (C/L entre 1,51 e 2,00), meio-alongada (C/L entre 2,01 e 2,75) e alongada (C/L entre 2,76 e 3,50) (MENEZES et. al., 2011). Brasil (2009a) divide os grãos descascados em cinco classes, sendo necessário para esta classificação que no mínimo 80% do peso da massa de grãos da variedade apresente as características da escala a seguir: Longo Fino (C a partir de 6mm, E até 1,90mm e C/L a partir de 2,75mm); Longo (C a partir de 6mm); Médio (C entre 5 e 5,99mm); Curto (C menor que 5mm) e Misturado (não se encaixa em nenhuma das classes anteriores).

Os aspectos internos como estrutura do embrião e tecido de reserva também foram observadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

Para o estudo da morfologia da germinação e plântula foram tomadas quatro repetições de 25 sementes de cada variedade, sendo estas desinfestadas em hipoclorito de sódio (NaCl) a 5% durante cinco minutos.

Posteriormente, as sementes foram semeadas em papel toalha organizado em rolos e umedecido 2,5 vezes o seu peso com solução de nistatina a 0,2% e, em seguida, encaminhadas ao germinador Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulado a temperatura alternada 20-30°C e regime de luz contínua (BRASIL,2009b). Foram feitas observações diárias, realizando-se o acompanhamento de todo processo de germinação das sementes até a obtenção das plântulas normais, tomando como critério para o início da germinação a protrusão da raiz.

Ao término do experimento foram identificadas e classificadas as plântulas normais, normais com pequenos defeitos e as plântulas anormais (BRASIL, 2009b). As plântulas normais foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, registrando-se os comprimentos da parte aérea e raiz principal.

O registro das características morfológicas externas e internas dos frutos e das sementes, assim como as fases da germinação e plântula de arroz-vermelho, foi realizado por meio de ilustrações manuais, fotografias e descrição de todas as estruturas, utilizando para isso, um microscópio estereoscópico.

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes das variedades de arroz-vermelho

A análise da qualidade fisiológica das sementes das variedades colhidas em novembro de 2011 (Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405, MNA RN 0802 e MNA RN 0803) foi realizada após o estudo da morfologia de germinação, utilizando-se testes de germinação e vigor. O teste de germinação foi conduzido seguindo a mesma metodologia da morfologia da germinação descrita acima, encerrando-se quando se obteve plântulas normais com as duas folhas já completamente formadas. Os testes de vigor foram: primeira contagem de germinação feita por ocasião do surgimento das primeiras plântulas normais e a germinação mensurada no décimo quarto dia, contabilizando as plântulas normais seguindo as Regras Para Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009); índice de velocidade de germinação (IVG), calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, onde: IVG = índice de velocidade de germinação, G1, G2,... Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem,... e na última contagem e N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, à segunda,... e à última contagem; tempo médio de germinação (TMG), calculado pela fórmula apresentada por Labouriau (1983); comprimento da parte aérea e da raiz primária e massa seca da parte aérea e raízes.

Os caracteres quantitativos foram submetidos ao teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa Genes (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morfologia de sementes, plântulas e da germinação

O fruto do arroz é do tipo cariopse, característico das poaceas, fruto seco, indeiscente e com o pericarpo completamente unido a testa da única semente em toda sua superfície (GONÇALVEZ; LORENZI, 2011). Em arroz, a cariopse é comumente denominada de arroz

integral, a estrutura que permanece após a debulha e antes do beneficiamento. O grão por sua vez é formado pela cariopse encapsulada pela casca, que é formada pelas glumas (lema e pálea) (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2011). O fruto possui quatro componentes principais: casca (lema e pálea), pericarpo, endosperma e embrião (BOTELHO et al., 2008) (Figura 1).

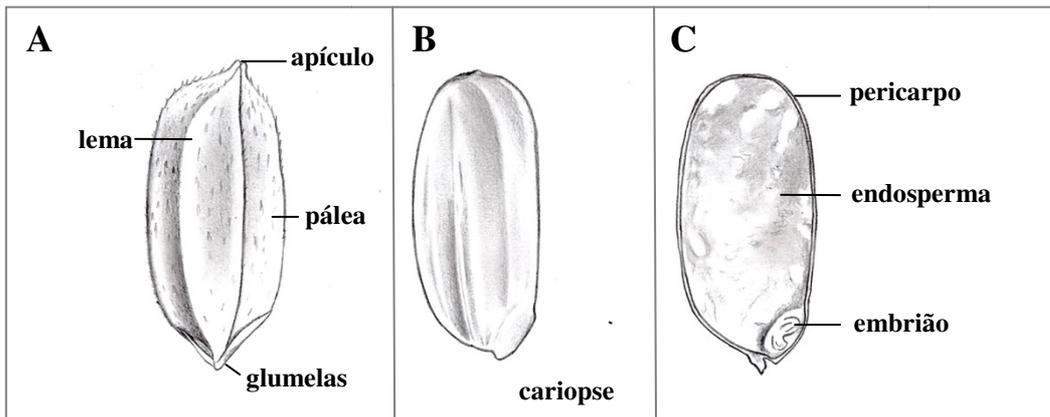


Figura 1: Grão de arroz-vermelho: A) grão em casca; B) grão descascado (debulhado) e C) corte longitudinal do grão descascado.

Ilustração: H. H. D. SANTOS (2013)

A lema, pálea e apículo do grão de todas as variedades observadas são de cor palha com exceção da variedade Cáqui, em que se verificou cor marrom nestas estruturas (Figura 2). Em todas as seis variedades observaram-se glumas cujas superfícies contêm tricomas adpressos estrigosos e glumelas de coloração amarelo-pálido. Ao caracterizar morfológicamente variedades de arroz do Maranhão, Araújo, Souza e Fernandes (2003) observaram a predominância da cor palha nas glumas e glumelas (casca) e a cor amarelo-palha no apículo. Segundo Juliano (2003), a lema e pálea possuem minerais (sílica) e celulose e correspondem a cerca de 20% do peso do grão.



Figura 2: Comparação entre grãos de arroz-vermelho; A) grãos da variedade Cáqui com lema, pálea e ápulo de cor marrom; B) grãos da variedade MNA RN 0802 com lema, pálea e ápulo de cor palha.
Foto: R. R. CARDOSO (2013)

As cariopses das variedades após descascadas não apresentam pilosidade e são brilhosas, sendo na variedade Cáqui de cor parda enquanto nas demais variedades apresentam cor vermelha. A cor vermelha ou parda deste tipo de arroz é uma característica do pericarpo da cariopse sendo perdida quando o grão é processado, desta forma sabe-se que o arroz-vermelho é consumido de forma integral, o que o torna mais nutritivo, uma vez que a maioria dos lipídios e fibras do arroz é perdida no processo de polimento. (BOÊNO, 2008). Todas as variedades apresentaram cariopse de superfície irregular sendo isto verificado pela presença de frisos longitudinais (Figura 1; 3a), que evidenciam ser resultado da pálea e lema das espiguetas que ficam aderidas ao fruto.



Figura 3: Grão de arroz-vermelho a) superfície com frisos longitudinais b) endosperma e embrião localizado no canto inferior do grão c) Embrião: escutelo, coleóptilo, plúmula, radícula e coleorriza.
Foto: R. R. CARDOSO (2013)

O arroz-vermelho, nas variedades estudadas, apresenta o endosperma como principal tecido de reserva, este endosperma é translúcido, farináceo e ocupa o maior espaço interno da semente (Figura 3b).

O embrião fica disposto no canto inferior da semente, de cor creme, apresentando um escutelo maciço aderente ao endosperma (Figura 3c). O escutelo encontra-se preso a um lado do eixo embrionário que possui uma radícula em sua extremidade inferior e uma plúmula em sua extremidade superior. Tanto a radícula quanto a plúmula são envolvidas por estruturas protetoras denominadas coleorriza e coleóptilo, respectivamente (Figura 3c). Segundo Juliano (2003), o embrião extremamente pequeno é rico em proteínas e lipídeos, representando 2 a 3% do arroz integral.

A qualidade dos grãos é expressa pela sua renda no beneficiamento, rendimento de grãos inteiros, classe (longo, longo-fino etc.), tipo (frequência de defeitos e impurezas) e qualidade culinária (maciez, pegajosidade, sabor, aroma, etc.). Somente a cultivar não garante a qualidade do produto, mas fornece as bases para se buscar um produto de alto padrão (BOÊNO, 2008).

O maior e menor comprimento das cariopses (Tabela 1) variou entre 5,71 mm e 6,80 mm em MNA PB 0405 e MNA PB 0728 respectivamente, a largura entre 2,60 mm na variedade MNA RN 0803 e 2,93 mm na variedade Vermelho e a espessura entre 1,80 mm e 2,16 mm nas variedades MNA RN 0803 e Cáqui respectivamente.

Tabela 1: Classe e comprimento (C), largura (L), espessura (E) e relação comprimento e largura (C/L) das cariopses de seis variedades de arroz-vermelho.

VARIETADES	C	L	E	C/L	FORMA	CLASSE
Vermelho	6,20c	2,93a	1,99b	2,11c	Meio-alongados	Misturados
Cáqui	6,34b	2,91a	2,16a	2,18c	Meio-alongados	Longo
MNA PB 0405	5,71d	2,62c	1,91c	2,18c	Meio-alongados	Médio
MNA PB 0728	6,80a	2,80b	1,94c	2,43a	Meio-alongados	Longo
MNA RN 0802	6,63a	2,89a	2,03b	2,29b	Meio-alongados	Longo
MNA RN 0803	5,96c	2,60c	1,80d	2,29b	Meio-alongados	Misturados

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Scott knott a 5% de probabilidade.

Quanto à forma do grão (Tabela 1), todas as variedades apresentaram grãos meio-alongados, com a relação C/L entre 2 e 2,75mm em mais de 80% dos grãos, com exceção da variedade MNA RN 0803 que apresentou uma frequência de 60% dos grãos meio-alongados e 25% semi-arredondados. Em trabalho realizado por Faria, Gusmão e Fonseca (2008), 83% dos genótipos avaliados apresentaram forma meio-alongada, 9% semi-arredondadas e 8% alongadas. As cariopses das variedades MNA PB 0728, MNA RN 0802 e Cáqui foram classificadas como Longos com frequências de 96,5%, 88% e 80,5% com comprimento igual ou maior que 6mm, respectivamente. A variedade MNA PB 0405 foi classificada como variedade média com 90,5% das cariopses de comprimento menor que 6mm e maior que 5mm. Já a MNA RN 0803 (60% de grãos médios e 40% de grão longos) e Vermelho (74,5% de grãos longos e 25,5% de grãos médios) foram classificadas como variedades de grãos misturados, resultados semelhantes foram obtidos por Boêno, Ascheri e Bassinelo (2011) com a variedade MNA PB 0405. Faria, Gusmão e Fonseca (2008) caracterizando diferentes genótipos de arroz-vermelho, classificaram 64% destes como longos, 17% como médios, 6% misturados e 3% longo-finos.

O comprimento e a forma do grão são características herdadas independentemente e que podem apresentar diversas combinações (SILVA, 1999), também está relacionado com a viscosidade do mesmo, assim os grãos curtos, normalmente são pegajosos e os grãos longos, não apresentam essa característica (MOSSMAN; FELLERS; SUZUKI, 1983).

A padronização e classificação dos grãos de arroz influenciam nos preços e comercialização e esses critérios não são aleatórios, tampouco permanentes. Representam o resultado da interferência de agentes socioeconômicos com diferentes expectativas e exigências (FERREIRA; VILLAR; ALMEIDA, 2005). O que muitas vezes representa um produto de boa qualidade para um grupo de consumidores pode ser totalmente inaceitável

para outro (CASTRO et al., 1999). O consumidor de arroz-vermelho aprecia variedades com baixo teor de amilose, o que confere a característica de grãos aquosos e pegajosos no cozimento, enquanto o consumidor do arroz branco, de maior preferência nacional, apresenta teor intermediário de amilose e grãos pouco aquosos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento (PEREIRA et al., 2007).

Segundo Barata (2005), o arroz de classe longo-fino ou agulhinha é o preferido pelos brasileiros por ser translúcido e após o cozimento ser mais solto, macio e firme. Em contrapartida, Areias et al. (2006) observaram correlação negativa entre a relação comprimento/largura e o teor de proteína bruta nos grãos, concordando com Araújo, Souza e Fernandes. (2003), os quais afirmam que os maiores teores de proteína estão presentes em variedades com o formato do grão arredondado.

A variedade Cáqui apresentou a porcentagem da massa total de grãos muito próxima do limite da classe, deve se atentar a esta característica já que pode ocorrer um significativo percentual de grãos com comprimento um pouco abaixo deste limite. Se esse percentual for superior a 20% do peso da amostra, poderá comprometer a classificação comercial do produto (CASTRO, et al. 1999).

A germinação é do tipo hipógea e criptocotiledonar, ou seja, o hipocótilo, que é a porção compreendida entre o cotilédone e a primeira folha, é suprimido e, em consequência, a semente permanece no solo (SCHULTZ, 1968). No terceiro dia após a semeadura (Figuras 4 e 5A) nas variedades MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN 0803 verificou-se a protrusão ventral da raiz primária de cor branca, com presença de pelos absorventes curtos e de aspecto translúcido, sendo maiores na área de transição entre a raiz e o coleóptilo, e coifa de cor creme (Figura 6).

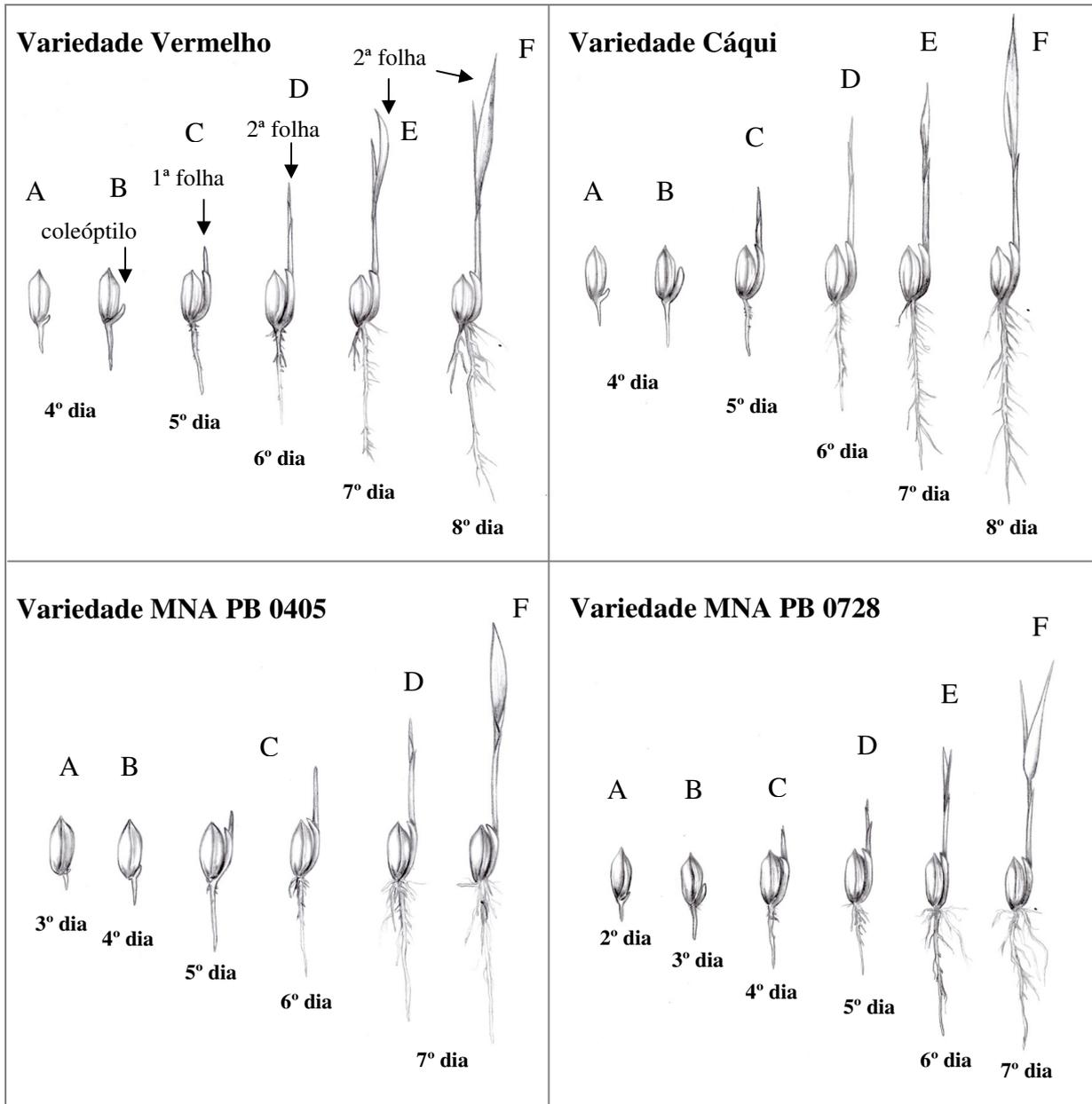


Figura 4: Germinação de sementes das variedades estudadas A) proeminência da raiz primária; B) surgimento do coleóptilo e pelos absorventes; (C) Surgimento do prófalo (da primeira folha) e raízes secundárias; D) Surgimento da segunda folha; E) Início da abertura da segunda folha e raízes secundárias mais abundantes; (F) Segunda folha totalmente aberta e raízes secundárias em maior número. Ilustração: H. H. D. SANTOS (2013).

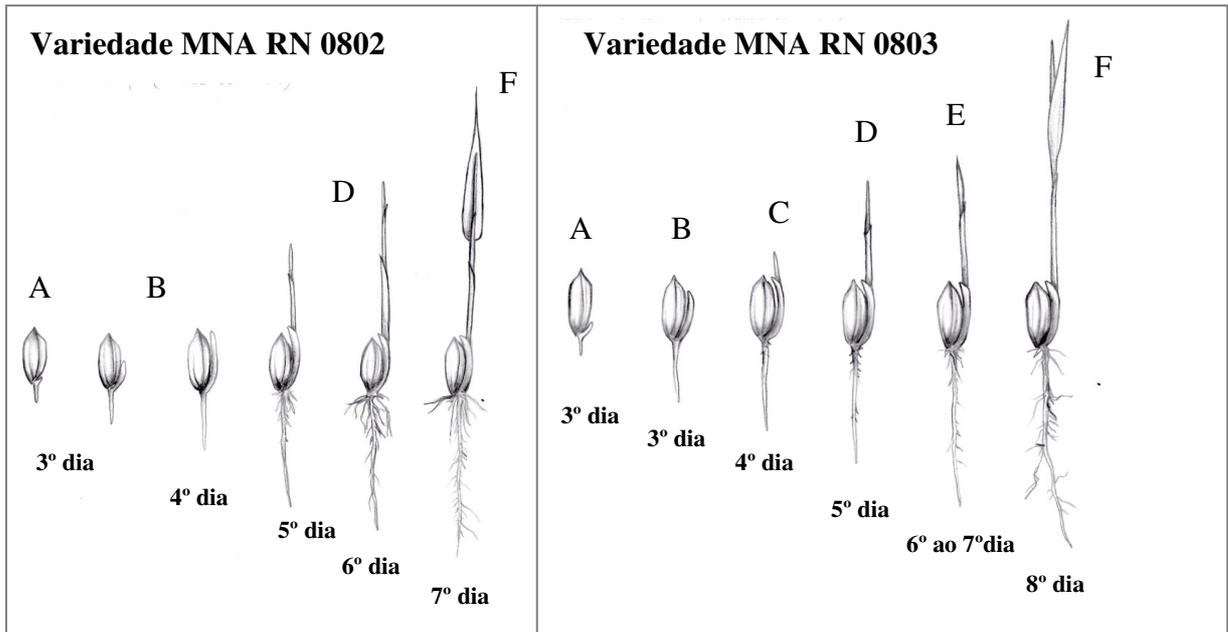


Figura 5: Germinação de sementes das variedades estudadas A) protrusão da raiz primária; B) surgimento do coleóptilo e pelos absorventes; (C) Surgimento do prófilo (da primeira folha) e raízes secundárias; D) Surgimento da segunda folha; E) Início da abertura da segunda folha e raízes secundárias mais abundantes; (F) Segunda folha totalmente aberta e raízes secundárias em maior número. Ilustração: H. H. D. SANTOS (2013).

No entanto a variedade MNA PB 0728 apresentou já no segundo dia o surgimento do coleóptilo verde esbranquiçado (Figura 4). A protrusão da raiz primária, surgimento de pelos absorventes e do coleóptilo com as mesmas características descritas anteriormente foram observadas no quarto dia nas variedades Vermelho e Cáqui, observando-se nas variedades Vermelho e MNA PB 0728 pelos absorventes mais densos que as demais.



Figura 6: plântula da variedade MNA PB 0405 de arroz-vermelho apresentando raiz primária com coifa de cor creme e coleóptilo verde pálido. Foto: R. R. CARDOSO (2013).

Os pelos absorventes têm origem na epiderme e são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, apresentam diâmetro de aproximadamente 5-10 μm e comprimento de aproximadamente 50-200 μm (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002)

Na sequência de seu desenvolvimento, as gramíneas possuem dois sistemas de raízes: raízes seminais ou embrionárias e raízes permanentes, caulinares ou adventícias. As raízes seminais ou embrionárias têm origem no embrião e estão cobertas pela coleorriza. A duração dessas raízes é curta, correspondendo a algumas semanas, a coleorriza funciona como órgão de proteção e de absorção de água e de nutrientes. Sobre ela, tem-se observado, em muitas espécies, pelos absorventes (FONTANELLI; DOS SANTOS; FONTANELLI, 2012).

No quarto dia após a semeadura (Figuras 4 e 5) houve aumento do tamanho da raiz e do coleóptilo, que também se apresentou com cor verde mais intensa nas variedades MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN 0803, com surgimento da primeira folha nas três últimas variedades.

Na germinação, o coleóptilo emerge e cresce aproximadamente 1 cm, depois começa a emergência da primeira folha, que atinge aproximadamente 2 cm de comprimento, apresenta formato cilíndrico e difere das demais por não apresentar lâmina foliar. Tem a denominação de prófilo ou folha incompleta. A emergência da segunda folha começa antes da primeira completar o crescimento. A partir da terceira, todas as folhas emergem depois que a anterior completar seu crescimento (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002) (Figura 7).

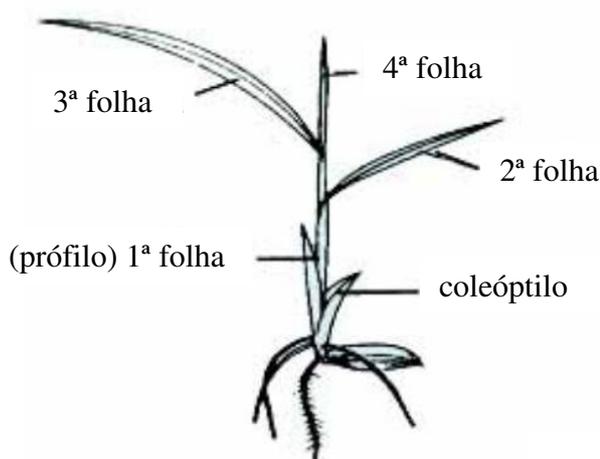


Figura 7: Contagem das folhas da planta de arroz (YOSHIDA. 1981)

No quinto dia, observou-se o surgimento da primeira folha nas variedades MNA PB 0405, Vermelho e Cáqui, e da segunda folha em MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN

0803, ocorrendo aumento de tamanho de parte aérea e raiz e surgimento de raízes adventícias em MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN 0803. Em MNA PB 0405 foi notada a cor verde mais clara que nas demais variedades na parte aérea (Figuras 4 e 5).

As raízes adventícias são numerosas e substituem as raízes seminais, geralmente, produzem muitas ramificações (FONTANELLI; DOS SANTOS; FONTANELLI, 2012).

No sexto dia após a sementeira, nas variedades MNA PB 0405, Vermelho e Cáqui (Figura 4) surgiu a segunda folha, no entanto nas variedades MNA RN 0802 e MNA RN 0803 (Figura 5) inicia sua abertura. As raízes secundárias começam a se desenvolver nas variedades Vermelho e Cáqui.

Com sete dias, as variedades MNA PB 0405, MNA PB 0728 e MNA RN 0802 (Figuras 4 e 5) já apresentavam a segunda folha aberta, considerando assim o fim da germinação. Nas demais houve aumento da parte aérea e raízes secundárias, sendo que as variedades Vermelho e Cáqui apresentaram raízes secundárias mais abundantes.

No oitavo dia MNA RN 0803, as plântulas das variedades Vermelho e Cáqui já apresentavam a segunda folha aberta, considerando o final das avaliações morfológicas das plântulas (Figuras 4 e 5). Nas demais houve aumento da parte aérea e raízes secundárias, sendo que as variedades Vermelho e Cáqui apresentaram raízes secundárias mais abundantes.

As folhas das plântulas das seis variedades de arroz-vermelho estudadas são de coloração verde, simples, de superfície pubescente, margem inteira, paralelinérvea, lanceolada, com ápice agudo.

Foram consideradas plântulas anormais aquelas onde houve ausência de raiz principal (Figura 8E; D), ausência de parte aérea (Figura 8B), e deformada (Figura 8A;C).

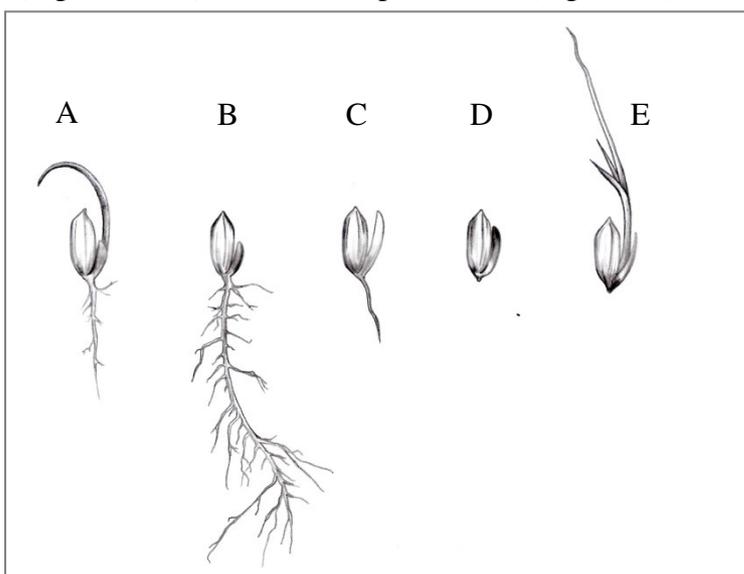


Figura 8: Plântulas anormais de arroz-vermelho

Ilustração: H. H. D. SANTOS (2013).

Avaliação da qualidade fisiológica das sementes das variedades de arroz-vermelho

As sementes das variedades de arroz-vermelho apresentaram diferenças significativas para todos os caracteres germinativos, exceto para os caracteres porcentagem de sementes mortas (SM).

As variedades MNA PB 0405, MNA RN 0802 e MNA 0803 foram as variedades com maiores porcentagens de germinação (Tabela 2), enquanto a germinação verificada nas variedades Vermelho e Cáqui foram inferiores as demais com 48% e 63% respectivamente.

Tabela 2: Germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de emergência (IVG), tempo médio de germinação (TMG), plântulas anormais (PA), sementes dormentes (SD) e sementes mortas (SM) de sementes de cinco variedades de arroz-vermelho.

GENÓTIPO	VARIÁVEIS						
	G (%)	PC (%)	IVG	TMG (dias)	PA (%)	SD (%)	SM (%)
Vermelho	48b	1b	13,73d	10a	12a	33a	2a
Cáqui	63b	13a	22,59c	9b	9a	21a	5a
MNA PB 0405	78a	15a	28,88b	9b	18a	0b	2a
MNA RN 0802	74a	22a	41,43a	8c	10a	13b	3a
MNA RN 0803	81a	23a	30,76b	9b	9a	4b	3a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste de Scott knott a 5% de significância.

Segundo Souza et al. (2007) e Brasil (2005) o limite mínimo de germinação para comercialização de arroz nos estados brasileiros é de 80%, desta forma apenas a variedade MNA RN 0803 com 81% de germinação, pode ser recomendada para a formação de lavouras comerciais. Se a germinação for de 60% a 80%, deve-se usar maior quantidade de semente para compensar a baixa germinação, se a germinação for inferior a 60%, a semente não é considerada apropriada para o plantio (FAGERIA, 1989).

Em trabalho realizado por Fidelis et al. (2011) com arroz de terras altas sob efeito de adubação fosfatada, mesmo em sementes sob efeitos pré-germinativos de quebra de dormência, a germinação variou entre 76,50% e 87,25% e na ausência de tratamentos pré-germinativos entre 5% a 63,75% de germinação, evidenciando dormência em variedades de arroz de terras altas e variação de intensidade da mesma. Resultados diferentes foram obtidos por Moreira et al. (2011), que verificaram porcentagens de germinação de 91% e 98% em variedades de arroz-vermelho após dois meses de armazenamento, corroborando com Noldin et al. (2004) que verificaram porcentagem de 98% para o arroz-vermelho.

A baixa germinação das variedades Vermelho e Cáqui, deu-se principalmente pela presença de sementes dormentes com 33% e 21% respectivamente (Tabela 2), já que a porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas não diferiram das demais variedades.

Smith Junior (1992) afirma que geralmente, as sementes de arroz-vermelho apresentam-se dormentes, sendo o grau de dormência variável em função do biótipo. Ainda segundo o autor sementes de arroz-vermelho podem permanecer viáveis no solo por até 12 anos. A ocorrência de dormência nos estádios finais de amadurecimento é vantajosa para a planta, pois representa uma barreira à germinação da semente madura ou quase madura, quando ainda se encontra na planta mãe (BRYANT, 1989).

A dormência pode ocorrer quando o endosperma e as brácteas atuam como barreira mecânica na elongação, impedindo a saída da radícula, ou interferindo na entrada de água e oxigênio e na saída de CO₂, ou devido à presença de inibidores contidos na cobertura seminal que impedem o alongamento da radícula (BEWLEY, 1997).

No teste de primeira contagem (Tabela 2) a variedade que se mostrou menos vigorosa foi a Vermelho com apenas 1% de plântulas germinadas, valor bastante inferior aos das variedades MNA RN 0803, MNA RN 0802, MNA PB 0405 e Cáqui que apresentaram 23, 22, 15 e 13% respectivamente.

O maior índice de velocidade de germinação observado foi o da variedades MNA RN 0802, as variedades MNA PB 0405 e MNA RN 0803 apresentaram valores intermediários, seguidos da variedades Cáqui, já a variedade Vermelho mostrou o mais baixo valor mensurado também neste caractere (Tabela 2).

O tempo médio de germinação (Tabela 2) variou entre 8 dias na variedade MNA RN 0802 e 10 dias para a variedade Vermelho, as demais tiveram valores intermediários. Plântulas com crescimento rápido possuem maior capacidade competitiva devido ao maior porte e área foliar (ROOD et al., 1990). A maior interceptação de radiação solar pelo arroz ocorre pouco antes da floração, quando atingem o nível máximo de área foliar, ocorrendo desperdício de radiação nos estádios iniciais de desenvolvimento. Nesse sentido, plantas com maior crescimento inicial beneficiam-se da maior captação de radiação, tornando-se mais competitivas (AGOSTINETTO et al., 2001).

A variedade MNA RN 0802 com tamanho médio do comprimento de parte aérea (Tabela 3) de 5,12 cm apresentou-se inferior às demais variedades nesta característica. Quanto ao tamanho médio de raiz as variedades Vermelho e Cáqui foram as que apresentaram os menores valores.

Tabela 3: Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (TR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) de plântulas de seis variedades de arroz-vermelho.

GENÓTIPO	VARIÁVEIS			
	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
Vermelho	5,05a	3,08a	3,05a	0,88b
Cáqui	5,49a	2,69a	2,18b	0,86b
MNA PB 0405	5,67a	1,44b	3,42a	0,77b
MNA RN 0802	5,12b	1,96b	2,17a	0,85a
MNA RN 0803	5,27a	1,79b	3,04a	0,55b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste de Scott knott a 5% de significância.

Segundo Almeida, Mundstock e Sangoi (1998), folhas pequenas no estágio inicial de crescimento podem determinar o potencial produtivo, devido à menor absorção de radiação vermelha e por isso melhor qualidade de luz. Em contrapartida, o maior tamanho de parte aérea pode buscar maior capacidade competitiva com plantas daninhas (AGOSTINETTO et al., 2001).

Quanto ao peso de massa seca da parte aérea (Tabela 3), Cáqui foi que obteve menor valor, já a massa seca de raiz foi maior em MNA RN 0802, apesar desta não está entre as de maiores comprimentos de raiz. Raízes espessas e profundas proporcionam melhor ancoragem da planta e maior resistência ao acamamento. O crescimento precoce de raízes pode conferir significativa vantagem competitiva em casos onde predominam as interações abaixo do solo (SEIBERT; PEARCE, 1993). Os nutrientes absorvidos precocemente no início do crescimento, além de privar a absorção destes nutrientes pelas plantas daninhas, podem ser redistribuídos na planta posteriormente. Dessa forma, quanto mais extenso for o sistema radicular, maior será sua capacidade produtiva e competitiva (AGOSTINETTO et al., 2011).

CONCLUSÃO

As variedades de arroz-vermelho estudadas apresentam as características glumelas, glumas e ápulo de cor palha, glumas pilosas e cariopse de cor vermelha, no entanto a variedade Cáqui diferencia-se das demais apresentando glumas e ápulo de cor marrom e cariopse de cor parda.

As variedades Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405, MNA PB 0728 e MNA RN 0802 tem mais de 80% dos grãos com forma meio-alongada, enquanto a variedade MNA RN 0803 apresenta 60% dos grãos de forma meio-alongada e 25% semi-arredondadas.

MNA PB 0728, MNA RN 0802 e Cáqui apresentam grãos longos, MNA PB 0405 tem grãos classificados como médios, enquanto nas variedades Vermelho e MNA RN 0803 os grãos pertencem à classe de grãos misturados.

O endosperma do arroz-vermelho é translúcido e farináceo. A germinação é criptocotiledonar e hipógea, sendo que as variedades MNA PB 0405, MNA PB 0728 e MNA RN 0802 completaram a germinação no sétimo dia e as variedades Vermelho, Cáqui e MNA RN 0803 no oitavo dia.

As variedades MNA PB 0405, MNA RN 0802 e MNA 0803 são as variedades com maiores porcentagens de germinação. Apenas a variedade MNA RN 0803 apresentou germinação acima dos limites mínimos permitidos.

As variedades Vermelho e Cáqui originaram plântulas com de raiz primária de maior comprimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-349, 2001.

ALMEIDA, M. L. de; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOI, L. Conceito de ideotipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 325-332, 1998.

ARAÚJO, E. S.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em grãos de variedades de arroz do Maranhão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p.1281-1288, 2003.

AREIAS, R. G. de B. M. et al.. Similaridade genética de variedades crioulas de arroz, em função da morfologia, marcadores RAPD e acúmulo de proteína nos grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 19-28, 2006.

BARATA, T. S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil**: um estudo na região metropolitana de Porto Alegre, 2005. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BIOVERSITY INTERNATIONAL; IRRI; AFRICARICE. 2011. **Descritores para arroz silvestre e cultivado (*Oryza spp.*)**. Bioversity International, Roma, Itália; International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas; AfricaRice, Centro de Arroz da Africa, Cotonou, Benin. 65p.

BOÊNO, J. A. **Caracterização da qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.)**, 2008. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO, 2008.

BOTELHO, R. et al. **Transformação dos alimentos: cereais e leguminosas**. São Paulo: SENAC, 2008.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa n. 6, de 16 de fevereiro de 2009. Dispões sobre o regulamento técnico do arroz. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2009a. 22p.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Padrões para produção e comercialização de sementes**. Brasília: D.O.U. , seção 1, 2005. p.18-26.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para Análises de Sementes**. Brasília, 2009b. 395p.

BOÊNO, J. A.; ASCHERI, D. P. R.; BASSINELLO, P. Z. Qualidade tecnológica de grãos de quatro genótipos de arroz-vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 718-723, 2011.

CASTRO, E. da M., et al. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, n.34, 1999. 30p. (Circular Técnica)

CRUSCIOL, C. A. C. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 287-293, 2001.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006

DAMIÃO FILHO, C. F. **Morfologia vegetal**, Jaboticabal: Funep/Unesp, , 1993. 243p.

FARIA, J. M.; GUSMÃO, A. R. E.; FONSECA, J. R. Caracterização morfoagronômica de genótipos de arroz-vermelho. In: CONGRESSO DE GENÉTICA DO CENTRO-OESTE, 1. 2008. Brasília, **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 2008. 1 p.

FERREIRA, C.M.; VILLAR, P. M.; ALMEIDA, P.N.A. Qualidade e utilização das principais cultivares de arroz de terras altas. In: FERREIRA, C. M.; SOUZA, I. S, F, de; VILLAR, P. M. (eds) **Desenvolvimento tecnológico e dinâmica da produção de arroz de terras altas no Brasil**. 1 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, cap. 3, p.37-50.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, R. A. et al. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de capitão-do-campo (*Terminalia argentea* Mart & Zucc - Combretaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, p. 441-448, 1998.

FONSECA, J. R. et al. Descrição morfológica, agronômica, fenológica e culinária de alguns tipos especiais de arroz. **Embrapa Arroz e Feijão**, ed.21, 2007. 28p.

FONTANELLI, R. S.; DOS SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S. Morfologia de gramíneas forrageiras. In: FONTANELLI, R. S.; DOS SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**, 2. ed; Brasília: Embrapa, 2012. p.51-58.

GONÇALVEZ, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegeta: organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plantas vasculares**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011, ed. 2512p.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve, **Potafos**, Piracicaba, n. 99, p. 1-12. 2002. (encarte do informações agronômicas)

JULIANO, B. O. **Rice chemistry and quality**, Philippine Rice Research Institute Island Publishing House, Philippines, p.25-54, 2003.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. et al. BRS Pampa: Cultivar de Arroz Irrigado de Alta Produtividade e Excelência na Qualidade de Grãos. **Comunicado técnico**, n. 202, ed. 1, Pelotas, 2012. 8p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2(2):176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap. 1, p. 1-21.

MARTIN, A. C.; BARKLEY, W. J. **Seed identification manual**. Barkley and Los Angeles: University of California, 1961, 221 p.

MENEZES, B. R. S. et al. Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 490-499, 2011.

MOSSMAN, A.P.; FELLERS, D.A.; SUZUKI, H. Rice stickiness. I. Determination of Rice stickiness with an Instron tester. **Cereal Chemistry**, Pullman, v. 60, n. 4, p. 286-292, 1983.

MUSIL, A. F. Identification of crop and weed seeds. Washington: Department of agriculture, 1963, 171 p. (Agriculture Handbook, 219)

OLIVEIRA, D. M., et al. Caracterização morfológica e agronômica de variedades de arroz vermelho em sistema de produção agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 4, n. 2, 2009.

OLIVEIRA, E.C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLA, M.B. (eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p.175-214. 1993.

PEREIRA, J. A. et al. Análise da heterose de cruzamentos entre variedades de arroz vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1135-1142, 2008.

PEREIRA, J. A. et al. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 243-248, 2009.

PEREIRA, J. A. et al. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 43-48, 2007.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Produção de sementes, In: PESKE, S. T. et al. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Ed Universitária, 2006, p. 38-98.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGLPLAN, 1977. 289p

SCHULZ, A. R. **Estudo prático da botânica geral**. 3. ed. Porto Alegre: Globo, 1968. 230 p.

SEIBERT, A.C.; PEARCE, R.B. Growth analysis of weed and crop species with reference to seed weight. **Weed Science**, Champaign, v. 41, n. 1, p. 52-56, 1993.

SILVA, A. T. **Estudo da divergência genética em acessos de arroz através de marcadores morfológicos e moleculares (RAPD)**. Lavras: Ufla, 1999. 185 p.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Manila: The International Rice Research Institute, 1981. 289p.

CAPÍTULO III
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA DE VARIEDADES DE
ARROZ-VERMELHO

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E AGRONÔMICA DE VARIEDADES DE ARROZ-VERMELHO

CARDOSO, R. R.; MATOS, V. P.; CARVALHO FILHO, J. L. S.

RESUMO - O objetivo foi caracterizar variedades de arroz-vermelho exploradas comercialmente e resultantes da seleção em populações encontradas no nordeste brasileiro, através de descritores morfológicos e agronômicos. As sementes de seis variedades de arroz-vermelho (Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e MNA RN 0803) foram obtidas de experimentos realizados pela Embrapa Meio-Norte, localizada na cidade de Teresina – PI e os experimentos foram conduzidos no Departamento de Agronomia e no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Os descritores avaliados foram cor da folha, ângulo da folha bandeira, cor da aurícula e da lígula, pubescência do limbo, cor do apículo, porte da planta, comprimento do colmo e da panícula, degranação, cor das glumas e glumelas, presença de aristas, comprimento, espessura, forma e classe do grão, panículas viáveis por m², porcentagem de espiguetas férteis, massa de mil espiguetas, índice de colheita, massa seca da planta, dias até a floração e colheita, produtividade e peso de 100 grãos. Verificou-se cor da folha verde, pubescência média do limbo, aurículas de cor verde-clara, lígulas incolores, folha bandeira de postura ereta, cor amarelo-palha nas glumelas, lema e pálea pilosa, ausência de aristas e fácil degrane, porte alto e panículas médias em todas as variedades, cor palha da lema e pálea e do apículo do grão e grãos meio-alongados na maioria das variedades. MNA PB 0728, MNA RN 0802 e Cáqui tem grãos longos, MNA PB 0405 grãos médios e MNA RN 0803 e Vermelho grãos misturados. MNA PB 0728 apresentou o maior número de panículas/m², maior produtividade e parcialmente férteis, enquanto as demais possuem panículas férteis.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., variabilidade genética, descritores morfológicos, descritores agronômicos, semiárido.

ABSTRACT - The aim was to characterize varieties of red rice and commercially exploited resulting from selection in populations found in northeastern Brazil, through morphological and agronomic. The seeds of six varieties of red rice (Vermelho, Cáqui, MNA PB 0405,

MNA PB 0728, MNA RN 0802 and MNA RN 0803) were obtained from experiments conducted by Embrapa Meio-Norte, located in the city of Teresina - PI and experiments were conducted in the Department of Agronomy and Seed Laboratory, Department of Agronomy, Federal Rural University of Pernambuco - UFRPE. The descriptors evaluated were leaf color, leaf angle flag, color aurícula and ligule, pubescence of limbo, apiculus color, plant height, culm length and panicle degranção, color of glumes and glumes, presence of awns, length, thickness, shape and class of grain viable panicles per m², percentage of fertile spikelets, spikelets thousand mass, harvest index, plant dry matter, days to flowering and harvest, yield and weight of 100 grains. There was green leaf color, pubescence average limbo aurículas of pale green, ligules colorless, erect flag leaf, straw-yellow color in the glumes, lemma and palea hairy, absence of awns and easy shattering, tall and panicle means in all varieties, straw color of palea and lemma and apiculus grain and grains elongated half in most varieties. MNA PB 0728, MNA RN 0802 and Cáqui has long grain, medium grain MNA PB 0405 and MNA RN 0803 and Vermelho mixed grains. MNA PB 0728 had the highest number of panículas/m², higher productivity and partially fertile, while the others have fertile panicles.

Keys words: *Oryza sativa* L., genetic variability, morphological descriptors, agronomic descriptors, semiarid.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é originário da Ásia e consumido em todo o mundo. Esta espécie apresenta grande variação de ecótipos, que originam o arroz branco e outros tipos conhecidos como especiais, dentre os quais estão os coloridos como o arroz-vermelho. O arroz-vermelho é cultivado apenas em pequenas regiões de alguns países e no Brasil, este tipo é cultivado principalmente na região nordeste do país com destaque aos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará e Bahia (PEREIRA et al. 2007; PEREIRA et al., 2009).

O arroz-vermelho é tido como a forma espontânea do arroz branco e tem esse nome devido à cor vermelha do pericarpo, caráter dominante definido por dois loci característico do gênero, apesar de no mercado prevalecer a cor branca, que por sua vez surgiu de uma mutação da primeira e caiu na preferência do consumidor (PEREIRA et al., 2007). Na região sul o arroz-vermelho é conhecido por muitos como a principal praga do arroz tradicionalmente

cultivado. No entanto, segundo Fonseca et al. (2007), no Nordeste, existe grande demanda do arroz-vermelho, sendo inclusive bastante procurado por restaurantes dos grandes centros.

Os tipos de arroz-vermelho, indesejáveis em lavouras de grão branco, por serem considerados erva daninha, podem render bom retorno financeiro aos produtores, uma vez que entram em nicho específico de mercado, ligado à alta gastronomia, estimando-se que cheguem a valer até quatro vezes mais do que os convencionais (SANTOS et al., 2013). O fato do preço do arroz vermelho poder ser até quatro vezes superior o valor do arroz branco tem motivado alguns produtores a buscar tecnologias mais avançadas para o seu cultivo (MENEZES et al., 2011).

A ocorrência de cruzamentos e com o aumento da seleção decorrente dos cultivos sucessivos nas regiões produtoras, proporcionou o surgimento de variedades de arroz-vermelho com arquitetura mais próxima à comercial (PEREIRA et al., 2008). Este tipo de arroz do pericarpo vermelho é tradicionalmente cultivado por pequenos produtores de forma rudimentar e ecológica, se constatando uma alta produtividade no sistema de produção agroecológico, mostrando mais um potencial desta cultura ainda pouco explorada (PEREIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009).

São de suma importância o resgate, a preservação, e geração de variabilidade por meio de recombinação de genótipos para o aumento do potencial produtivo do arroz-vermelho, sendo necessário gerar conhecimento sobre as características das suas variedades. Dessa forma pode-se identificar as variedades mais apropriadas e efetuar o melhoramento genético para diversos objetivos e regiões, buscando principalmente o aumento de produtividade o qual é influenciado pelos fatores biótico e abiótico. Rodrigues et al. (2002) relataram que a caracterização aumenta a eficiência de conservação e o aproveitamento da variabilidade existente na espécie.

Através das análises de morfologia da planta é possível definir com maior eficiência os genótipos promissores para trabalhos de melhoramento, as variáveis que são relevantes para o estudo da diversidade genética e os caracteres que não contribuem para a separação dos genótipos (COELHO et al., 2010)

O objetivo foi caracterizar variedades de arroz-vermelho exploradas comercialmente e resultantes da seleção em populações encontradas no nordeste brasileiro, através de descritores morfológicos e agronômicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de dezembro de 2012 a junho de 2013 em área experimental e no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE. As sementes de seis variedades de arroz-vermelho (Cáqui; Vermelho; MNA RN 0802; MNA RN 0803; MNA PB 0405; e MNA PB 0728) foram cedidas pela Embrapa Meio-Norte, localizada na cidade de Teresina – PI com as seguintes coordenadas geográficas 5°05'13"S e 42°48'41"W, com altitude média de 72,7 m.

As variedades provenientes de experimentos realizados pela Embrapa Meio-Norte foram colhidas no mês de novembro de 2011 e mantidas em câmara fria (12°C e 60% de Umidade Relativa). As variedades MNA RN 0802, MNA RN 0803, MNA PB 0405 e MNA PB 0728 são resultado de seleção de plantas de populações de arroz vermelho, sendo as duas primeiras resultantes de populações encontradas no Vale do Apodi no Rio Grande do Norte, e as duas últimas variedades encontradas em populações da região do Vale do Rio Peixe, na Paraíba.

O sistema de plantio utilizado foi o de semeadura direta em covas, com sementes secas de seis variedades de arroz-vermelho. Foram utilizadas parcelas com 12m², com dimensões de 4m de comprimento e 3m de largura. O espaçamento utilizado entre as covas foi de 30x20 cm (PEREIRA, 2004), utilizando 5 sementes por cova. A área útil da parcela foi determinada excluindo-se 1 metro das extremidades das fileiras, correspondendo a 6 m² de área. A irrigação foi feita por microaspersão, e adubação nitrogenada suplementar feita de acordo Veloso et al. (2009), o controle de plantas invasoras foi efetuado por meio de capinas manuais sempre que necessário.

Os caracteres morfológicos foram tomados em 10 plantas de cada variedade. Foram avaliados os descritores morfológicos recomendados para a espécie *O. sativa* L. utilizando (BRASIL, 1997) e os componentes da produção.

Descritores morfológicos recomendados para a cultura do arroz (BRASIL, 1997; MENEZES et al., 2011)

A) *Cor da folha*: observação foi feita na folha bandeira, no início do surgimento das panículas, tomando-se dez plantas ao acaso de cada parcela, de acordo com a escala verde claro, verde, verde escuro, púrpura na ponta, púrpura na margem, púrpura, e púrpura na bainha;

B) Ângulo da folha bandeira: resultante da medição do ângulo formado pela folha bandeira e o colmo, na época da floração, também em dez plantas ao acaso de cada parcela com o auxílio de transferidor e empregando-se a seguinte escala: ereto, menor que 30°; intermediário, entre 31° e 60°; horizontal, entre 61° e 90°; e descendente, maior que 90°;

C) Cor da aurícula: verificada na penúltima folha da planta (primeira folha abaixo da folha bandeira), entre as fases de “emborrachamento” e antese, tomando-se dez plantas ao acaso de cada parcela, e classificada em verde claro e púrpura;

D) Cor da lígula: foi determinada da mesma forma que a cor da aurícula e classificada com variação de incolor a verde e púrpura;

E) Pubescência do limbo: através do leve contato digital, no sentido da extremidade até a base da folha, tomando-se dez plantas ao acaso de cada parcela, efetuada entre o “emborrachamento” e a emissão da panícula, e classificada de acordo com a seguinte escala: ausente (glabra), escassa, média e forte;

F) Cor do ápico: determinada a partir de amostra casual de dez panículas maduras, em dez plantas de cada parcela, das quais foram analisadas dez espiguetas da porção central da panícula, sendo a cor do ápico (extensão pontiaguda da pálea da lema) determinada de acordo com a seguinte escala: branca, verde, amarela, marrom, vermelha, púrpura e preta;

G) Porte da planta: determinado a partir de dez plantas tomadas ao acaso de cada parcela, medindo-se a altura, desde a superfície do solo até a extremidade da panícula mais alta;

H) Comprimento do colmo: distância média, em centímetros, do solo até a base da panícula (nó ciliar), medida nos mesmos perfilhos utilizados para avaliar a altura da planta, sendo a classificação feita de acordo com a seguinte escala: curto (menor que 65 cm), médio (maior que 65 cm e menor que 85 cm) e longo (maior que 85 cm);

I) Comprimento da panícula: distância, em centímetros, da base da panícula à ponta da última espiguetas, determinada na época da colheita, nas mesmas panículas usadas para medir o porte das plantas e o comprimento do colmo, utilizando-se a seguinte escala: curta (menor que 22 cm), média (de 22,1 cm a 25 cm) e longa (maior que 25,1 cm);

J) Degranção: por ocasião da colheita, foi considerada a quantidade de grãos debulhados, após leve pressão com as mãos, de dez panículas de dez plantas de cada parcela, tomadas ao acaso, sendo a classificação feita de acordo com a escala que se segue: fácil (mais de 50% dos grãos degranados), intermediária (de 25% a 50% dos grãos degranados) e difícil (menos de 25% dos grãos degranados);

K) Cor das glumelas: determinada em amostra de dez espiguetas, provenientes da porção central de cinco panículas de cinco plantas tomadas ao acaso de cada parcela, de acordo com a seguinte escala: amarelo-palha e dourada;

L) Presença de aristas: avaliada pela presença ou ausência de aristas (segmento filamentoso que ocorre no ápice da espiguetas), em amostra casual de dez panículas de dez plantas de cada parcela, das quais se observaram cinco espiguetas da porção central da panícula;

M) Comprimento do grão: determinado, com auxílio de paquímetro, em amostra de dez grãos descascados, provenientes da porção central de dez panículas de dez plantas tomadas ao acaso de cada parcela, de acordo com a seguinte escala: curto (menor que 5 mm), médio (maior que 5 mm e menor que 6 mm) e longo (maior que 6 mm);

N) Espessura ou largura do grão: foi avaliada conjuntamente ao comprimento do grão (descascado), com auxílio de paquímetro, também expressa em milímetros;

O) Forma do grão: determinada pela relação entre comprimento e largura (C/L) dos grãos descascados, sem polimento, considerando-se a escala que se segue: arredondada (C/L menor que 1,50), semiarredondada (C/L entre 1,51 e 2,00), meio-alongada (C/L entre 2,01 e 2,75) e alongada (C/L entre 2,76 e 3,50).

Componentes da produção (MENEZES et al., 2011)

A) Panículas viáveis por m²: determinadas a partir da contagem do número de panículas viáveis (com pelo menos uma espiguetas cheia) das plantas existentes em 1,0 m²;

B) Espiguetas por panícula: determinadas a partir de dez plantas tomadas ao acaso, entre aquelas usadas para determinar a característica anterior, sendo que, de cada uma delas, tomou-se uma panícula representativa, na qual foi efetuada a contagem de espiguetas (férteis e estéreis), cujos valores foram posteriormente, utilizados para a obtenção da média de espiguetas por panícula;

C) Percentagem de espiguetas férteis por panícula: determinada em conjunto com o número médio de espiguetas por panícula, considerando-se as espiguetas com grãos;

D) Massa de mil espiguetas: foram utilizadas oito amostras de cem espiguetas tomadas ao acaso de cada parcela;

E) Índice de colheita: é a relação entre a massa da matéria seca de grãos e matéria seca total, medidas em dez perfilhos viáveis, de dez plantas tomadas ao acaso de cada parcela;

F) Matéria seca da planta: obtida de dez plantas tomadas ao acaso de cada parcela pela matéria seca total, medida em dez perfilhos viáveis;

G) Dias até a colheita: número de dias transcorridos da semeadura ao ponto de colheita (quando 80% das panículas de cada parcela apresentavam dois terços das espiguetas pendentes e maduras);

H) Produtividade de grãos: expressa em kg/ha, foi obtida pela produção de grãos em 4,0 m² de área útil da parcela, após ajuste para 13% de teor de água;

I) Peso de 100 grãos de cada variedade: seguindo a metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se para isso, uma balança analítica com precisão de 0,0001g.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do Teste de Tukey a 5% de probabilidade e à análise de correlação pelo programa Genes (CRUZ, 2006).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Quanto aos caracteres morfoagronômicos das seis variedades de arroz vermelho (Tabela 1), pode-se observar que em todas as variedades estudadas foi verificado na folha bandeira, no início do surgimento das panículas a coloração verde, Schwanke et al. (2008) observaram cor verde na maioria das variedades de arroz-vermelho avaliadas, enquanto Dornelles (2009) demonstrou em seus resultados que 47% dos biótipos de arroz-vermelho apresentaram folhas de coloração verde-escura e 33% verde-clara.

Todas as variedades apresentaram folhas com limbo de pubescência média, aurículas de cor verde-clara, lígulas incolores. Faria, Gusmão e Fonseca (2008) encontraram frequência de 96% dos biótipos de arroz-vermelho analisados com folhas pubescentes, 100% com aurículas verde-claras e 100% com lígulas verdes.

A folha bandeira apresenta postura ereta, com ângulo médio de 14,52°, que variou entre 12,3° e 17,73° nas variedades MNA RN RN 0803 e MNA PB 0728 respectivamente, resultados semelhantes foram encontrados em plantas de arroz-vermelho e arroz de sequeiro por Menezes et al., 2011, 2012).

Geralmente, plantas com colmos e folhas eretas podem ser plantadas em espaçamentos menores, com o intuito de aumentar a densidade populacional. Portanto, a redução do espaçamento também contribui para diminuir a interferência de plantas daninhas na cultura (JAKELAITIS et al., 2009).

Tabela 1: Caracterização morfoagronômica de seis variedades de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) por descritores morfológicos em Recife, PE, Brasil, 2013.

Caracteres	Variedades					
	Vermelho	Cáqui	MNA PB 0405	MNA PB 0728	MNA RN 0802	MNA RN 0803
CF	verde	verde	verde	verde	verde	verde
AFB	ereta	ereta	ereta	ereta	ereta	ereta
CA	ver. claro*	ver. claro	ver. claro	ver. claro	ver. claro	ver. claro
CL	incolor	incolor	incolor	incolor	incolor	incolor
PL	média	média	média	média	média	média
CAP	palha	marrom	palha	palha	palha	palha
CPL	palha	marrom	palha	palha	palha	palha
CG	am. pl.*	am. pl.	am. pl.	am. pl.	am. pl.	am. pl.
PA	aus.*	aus.	aus.	aus.	aus.	aus.
PP	alta	alta	alta	alta	alta	alta
CC	mc. c.*	curto	mc*	mc	mc	mc. c.
CP	médio	médio	médio	médio	médio	médio
DG	fácil	fácil	fácil	fácil	fácil	fácil
FG	m. al.*	m. al.	m. al.	m. al.	m. al.	m. al.

*ver.claro: verde claro; am. pl.: amarelo pálido; aus: ausente; mc. c.: muito curto a curto; mc: muito curto; m. al.: meio-alongada.

CF: cor da folha; AFB: ângulo da folha bandeira; CA: cor da aurícula; CL: cor da lígula; PL: pubescência do limbo; CAP: cor do ápulo; CPL: cor da pálea e lema; CG: cor das glumelas ; CCPS: cor da cariopse; PA: presença de aristas; PP: porte da planta; CC: comprimento do colmo; CP: comprimento da panícula; DG: degranação; FG: forma do grão.

Em populações com folhas eretas a fotossíntese é aumentada junto com a densidade de fluxo de radiação, sem atingir o ponto de saturação, enquanto em plantas com folhas decumbentes ocorre rápida saturação de luz (STEINMETZ; SILVA; SANTANA, 2006). Tanaka (1976) sugere que a utilização de populações de plantas com folhas eretas, é uma das principais características que apontam o aumento da produtividade de grãos de arroz em 33%.

Todas as variedades utilizadas apresentaram lema e pálea e do ápulo do grão de cor palha com exceção da variedade Cáqui, em que se verificou cor marrom nestas estruturas (Figura 1). Em todas as seis variedades observou-se cor amarelo-pálido, quanto à pilosidade e verificou-se a presença de pelos curtos e tectores na lema e pálea (Figura 1).



Figura 1: Comparação entre grãos de arroz-vermelho; A) grãos da variedade Cáqui com lema, pálea e apículo de cor marrom; B) grãos da variedade MNA RN 0802 com lema, pálea e apículo de cor palha.
Foto: CARDOSO, 2013.

Ao caracterizar morfológicamente variedades de arroz do Maranhão, Araújo, Souza e Fernandes (2003) observaram a predominância da cor palha na lema e pálea e glumelas e a cor amarelo-palha no apículo, resultados semelhantes foram encontrados por Dornelles (2009) com um frequência de 70,22% dos biótipos analisados apresentando lema e pálea de coloração palha e por Faria, Gusmão e Fonseca (2008) que verificaram 96% de glumelas douradas.

No presente trabalho não se verificou presença de aristas em nenhuma nas variedades. A presença de aristas curtas ou longas sempre foi uma das características mais visualizáveis do arroz-vermelho (PESKE et al., 1997), no entanto, a ausência de arista encontrada nestas variedades de arroz-vermelho estudadas evidencia que com a hibridação tem surgido biótipos de arroz-vermelho com espiguetas mais semelhantes aos cultivares modernos, concordando com resultados encontrados por Dornelles (2009) e Faria, Gusmão e Fonseca (2008).

Características como pubescência da folha, posição da folha bandeira, presença de arista, pubescência das glumelas e cor do apículo, são importantes na identificação e separação de cultivares, pois são características inerentes das cultivares e pouco modificadas pelo ambiente (BONOW et al., 2007).

De acordo com os caracteres qualitativos estudados (Tabela 1) não foi encontrado polimorfismo em 12 dos 14 caracteres analisados. Apenas a coloração do ápulo, da lema e pálea (coloração marrom) e comprimento do colmo foram polimórficos.

As variedades Vermelho e Cáqui apresentaram porte da planta superior às demais, em torno de 91 cm (Tabela 2) enquanto as outras variedades possuíram plantas de porte em torno de 66 cm.

Tabela 2: Porte da planta, comprimento do colmo e comprimento da panícula de seis variedades de arroz-vermelho.

VARIETADES	Porte (cm)	Comprimento do colmo (cm)	Comprimento da panícula (cm)
Vermelho	85,30ab	67,74a	17,56bc
Cáqui	96,40a	77,15a	19,25ab
MNA PB 0405	65,23c	46,98b	18,25bc
MNA PB 0728	61,86c	44,36b	17,50bc
MNA RN 0802	62,25c	45,79b	16,46c
MNA RN 0803	74,14bc	52,97b	21,17a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O porte da planta variou de 61,86 cm na variedade MNA PB 0728 a 96,40 cm na variedade Vermelho demonstrando grande amplitude entre os materiais, no entanto, as seis variedades pertencem à mesma escala, de acordo com Bioversity International, IRRA e AfricaRice (2011), sendo classificadas como plantas altas, uma vez que apresentam altura superior a 60 cm. Em pesquisa realizada por Schwanke et al. (2008), entre 16 biótipos de arroz-vermelho daninho avaliados o porte da planta variou entre 109,2 cm e 171,3 cm, corroborando com Noldin et al. (2004), que verificou uma média de 163,30 cm para o arroz-vermelho.

Em grande parte, cultivares com menores alturas são materiais melhorados, onde o melhoramento genético tendeu a decrescer a altura de planta com o transcurso dos anos, a fim de prevenir problemas com o acamamento, isso pode explicar a menor altura nos materiais provenientes de seleção (FONSECA et al., 2004)

O comprimento do colmo (Tabela 2) variou entre 44,36 cm e 77,15 cm, que de acordo com a classificação de Bioversity International, IRRA e AfricaRice (2011), as variedades MNA PB 0405, MNA PB 0728 e MNA RN 0802 apresentam colmos muito curtos (inferiores

a 50 cm), as variedades Vermelho e MNA RN 0803 colmos de muito curtos a curtos (entre 51 cm e 70 cm), e a variedade Cáqui apresenta colmo curto (71 cm a 90 cm). Dornelles (2001) encontrou alturas do colmo em arroz-vermelho no estado do Rio Grande do Sul variando entre 40 cm e 123 cm, sendo que 85,36% das amostras de comprimento do colmo foram semelhantes a cultivares modernos.

A redução na altura de planta aumenta a produtividade, pois implica em seleção indireta para menor produção de matéria seca na parte aérea e, conseqüentemente, maior produção de grãos (KHUSH, 1995). Cultivares mais altos e com colmos mais fracos acamam-se facilmente, o que diminui a seção transversal dos feixes vasculares, reduzindo assim, o movimento dos fotoassimilados e nutrientes absorvidos pela raiz, e como consequência, a produção de arroz diminui (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002). A diminuição da estatura reduz a respiração de manutenção e contribui para a melhoria do balanço fotossíntese/respiração (TANAKA; KAWANO; YAMAGUCHI, 1966). Além disso, baixa estatura reduz o acamamento e conduz a um maior índice de colheita. Por outro lado, a maior estatura de planta aumenta a habilidade competitiva, pois incrementa a massa seca total e torna a planta mais eficiente na competição por luz (AGOSTINETTO et al. 2001).

Os maiores comprimentos de panícula foram observados em MNA RN 0803 e Cáqui, enquanto MNA RN 0802 possui panículas com comprimento inferior, as demais variedades apresentam valores intermediários (Tabela 2). Segundo classificação de Bioversity International, IRRA e AfricaRice (2011) as seis variedades de arroz-vermelho avaliadas possuem panículas de tamanho médio. O comprimento da panícula pode ser alterado pelas condições ambientais, como, por exemplo, densidade de plantio e intensidade de brusone no pedúnculo e nas ramificações, no período de floração (FONSECA et al., 2007).

O comprimento dos grãos (Tabela 3) variou entre 5,71 mm e 6,80 mm em MNA PB 0405 e MNA PB 0728 respectivamente, a largura entre 2,60 mm na variedade MNA RN 0803 e 2,93 mm na variedade Vermelho e a espessura entre 1,80 mm e 2,16 mm nas variedades MNA RN 0803 e Cáqui.

Tabela 3: Comprimento (C), largura (L), espessura (E) e relação comprimento e largura (C/L) e classe dos grãos de seis variedades de arroz-vermelho.

VARIEDADES	C (mm)	L (mm)	E(mm)	C/L	CLASSE
Vermelho	6,20bc	2,93a	1,99bc	2,11c	Misturados
Cáqui	6,34abc	2,91a	2,16a	2,18bc	Longo
MNA PB 0405	5,71d	2,62c	1,91c	2,18bc	Médio
MNA PB 0728	6,80a	2,80b	1,94c	2,43a	Longo
MNA RN 0802	6,63ab	2,89a	2,03b	2,29ab	Longo
MNA RN 0803	5,96cd	2,60c	1,80d	2,29ab	Misturados

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve grande amplitude entre os dados de comprimento, largura e espessura em cada variedade, estas características se mostraram eficientes na discriminação das variedades. O comprimento variou entre 5,38 mm e 7,05 mm para a variedade Vermelho; 2,27 mm e 7,84 mm para Cáqui; 2,61 mm e 6,28 mm para MNA PB 0405; 5,69 mm e 7,72 mm para MNA PB 0728; 5,73 mm e 7,38 mm para MNA RN 0802; e 5,01 mm e 7,47 mm para MNA RN 0803. A largura variou entre 2,34 mm e 3,27 mm para Vermelho; 1,87 mm e 3,94 mm para Cáqui; 2,08 mm e 5,56 mm para MNA PB 0405; 2,13 mm e 3,22 mm para MNA PB 0728; 2,42 mm e 3,26 mm para MNA RN 0802; e 1,94 mm e 3,1 mm para MNA RN 0803. Já a espessura variou entre 0,95 mm e 2,44 mm para a variedade Vermelho; 1,47 mm e 3,19 mm para Cáqui; 1,20 mm e 2,04 mm para MNA PB 0405; 1,15 mm e 2,75 mm para MNA PB 0728; 1,37 mm e 2,73 mm para MNA RN 0802; e 1,28 mm e 2,05 mm para MNA RN 0803. Os grãos do ápice da panícula são geralmente mais longos do que os da base, contribuindo para a variação normalmente observada nas dimensões dos grãos de arroz de uma mesma cultivar. As variações nas dimensões dos grãos são pouco influenciadas pelo ambiente e, ao selecionar a cultivar para plantio, é importante que o orizicultor conheça o comportamento varietal nesse sentido (CASTRO et al., 1999).

Quanto à forma do grão, todas as variedades apresentaram grãos meio-alongados, com a relação C/L entre 2 e 2,75mm em mais de 80% dos grãos, com exceção da variedade MNA RN 0803 que apresentou uma frequência de 60% dos grãos meio-alongados e 25% semi-arredondados, resultados semelhantes foram obtidos por Faria, Gusmão e Fonseca (2008), onde 83% dos biótipos analisados apresentaram forma meio-alongada. Os grãos das variedades, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e Cáqui foram classificados como Longos com 96,5%, 88% e 80,5% dos grãos com comprimento igual ou maior que 6mm, respectivamente.

A variedade MNA PB 0405 foi classificada como variedade de grãos médios com 90,5% dos grãos apresentando comprimento menor que 6mm e maior que 5mm, já MNA RN 0803 (60% de grãos médios e 40% de grão longos) e Vermelho (74,5% de grãos longos e 25.5% de grãos médios) foram classificadas como variedades de grãos misturados, resultados semelhantes foram obtidos por Boêno, Ascheri e Bassinelo (2011) com a variedade MNA PB 0405.

O comprimento e a forma do grão são características herdadas independentemente e que podem apresentar diversas combinações (SILVA, 1999), também está relacionado com a viscosidade do mesmo, assim os grãos curtos, normalmente são pegajosos e os grãos longos, não apresentam essa característica (MOSSMAN et al., 1983). A classe dos grãos de arroz é influenciada pela variedade, assim como pela qualidade da semente (CASTRO et al., 1999)

A padronização e classificação dos grãos de arroz influenciam nos preços e comercialização, esses critérios não são aleatórios, tampouco permanentes, eles representam o resultado da interferência de agentes sócio-econômicos com diferentes expectativas e exigências (FERREIRA; VILLAR; ALMEIDA, 2005). O que muitas vezes representa um produto de boa qualidade para um grupo de consumidores pode ser totalmente inaceitável para outro (CASTRO et al., 1999). O consumidor de arroz-vermelho aprecia variedades com baixo teor de amilose, o que confere a característica de grãos aquosos e pegajosos no cozimento, enquanto o consumidor do arroz branco, de maior preferência nacional, apresenta teor intermediário de amilose e grãos pouco aquosos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento (PEREIRA et al., 2007).

Segundo Barata (2005), o arroz de classe longo-fino ou agulhinha é o preferido pelos brasileiros por ser translúcido e após o cozimento ser mais solto, macio e firme. Em contrapartida, Areias et al. (2006) observaram correlação negativa entre a relação comprimento largura e o teor de proteína bruta nos grãos, concordando com Araújo, Souza e Fernandes (2003), os quais afirmam que os maiores teores de proteína estão presentes em variedades com o formato do grão arredondado.

Como descrito anteriormente, a variedade Cáqui apresentou a porcentagem da massa total de grãos muito próxima do limite da classe, deve se atentar a esta característica já que pode ocorrer um significativo percentual de grãos com comprimento um pouco abaixo deste limite. Se esse percentual for superior a 20% do peso da amostra, poderá comprometer a classificação comercial do produto (CASTRO, et al. 1999).

A qualidade dos grãos é expressa pela sua renda no beneficiamento, rendimento de grãos inteiros, classe (longo, longo-fino etc.), tipo (frequência de defeitos e impurezas) e qualidade culinária (maciez, pegajosidade, sabor, aroma, etc.). Somente a cultivar não garante

a qualidade do produto, mas fornece as bases para se buscar um produto de alto padrão (BOÊNO, 2008).

Altura da planta, cor da folha, presença de aristas, comprimento do colmo, comprimento de panícula, peso de mil grãos são caracteres muito influenciados pelo ambiente, fertilidade do solo, densidade de plantio, competição e uso de nitrogênio (FONSECA; CASTRO; SILVEIRA, 2001), e podem prejudicar na diferenciação morfológica de variedades. Caracteres como pilosidade de folhas, colorações de aurícula e lígula, pilosidade das glumelas, cor e forma de cariopse podem auxiliar nessa caracterização morfológica, uma vez que são pouco influenciados pelo ambiente (DORNELES, 2009).

Todas as variedades apresentaram degrane fácil (Tabela 4), com mais de 50% dos grãos degranados com facilidade. Em panículas de arroz-vermelho avaliadas por Noldin et al. (2004) 100% dos grãos foram degranados com facilidade. O degrane fácil em arroz-vermelho foi também verificado por Dornelles (2009) em 74,39% dos biótipos avaliados. Isso pode ser explicado pelo comportamento do arroz-vermelho enquanto planta daninha, sendo o fácil degrane uma forma de dispersão das sementes com vistas à perpetuação da espécie (ANGLADETTE et al., 1969 citado por DORNELLES, 2009).

Em contrapartida resultados encontrados por Faria, Gusmão e Fonseca (2008) mostram uma frequência baixa de genótipos de arroz-vermelho com fácil degrane de 4%, 31% de degrane intermediário e 65% de difícil degrane, enquanto Menezes et al. (2011) verificou degrane intermediário. Segundo Fonseca, Castro e Silveira (2001) o degrane, é influenciada pela época de colheita, plantas de arroz que permanecem no campo por muitos dias após a maturação fisiológica apresentam maiores perdas e, conseqüentemente, degranam mais.

Tabela 4: Degrane (D), número de panículas por metro quadrado (NP/m²), espiguetas férteis (EF), massa de 100 espiguetas (ME), massa seca por perfilho (MSP), índice de colheita (IC) e produtividade (PROD) de seis variedades de arroz-vermelho.

Caracteres	Variedades					
	Vermelho	Cáqui	MNA PB 0405	MNA PB 0728	MNA RN 0802	MNA RN 0803
D (%)	80a	88a	83a	77a	79a	78a
NP /m²	169ab	119b	130b	265a	77b	163ab
EF (%)	77ab	83a	85a	72b	85a	87a
MSP (g)	23a	8,6b	8,38ab	17,38ab	6,63b	8,75ab
IC	0,25b	0,43ab	0,37ab	0,32ab	0,23b	0,50a
MG (g)	3.07b	3.13ab	2.64c	3.26a	3.12ab	2.34d
PROD (Kg/ha)	1.571,88bc	1.738,75b	1.421,88bc	2.787,50a	1.034,38c	1.645,63bc

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de panículas (Tabela 4) por metro quadrado variou entre 77 e 265 panículas por metro quadrado, sendo a o maior número verificado na variedades MNA PB 0728. Apesar de não diferir das outras quatro variedades estatisticamente, houve uma tendência da variedade MNA RN 0802 mostrar-se muito inferior, pois foi observada falha bastante acentuada no estande. Apesar de diferir entre as variedades, o número de panículas/m² apresentou pequeno poder de separação.

Com exceção da variedade MNA PB 0728, que se mostrou parcialmente fértil (Tabela4), as demais foram classificadas como férteis, segundo descritores definidos por Bioversity International, IRRA e AfricaRice (2011). Em arroz de terras altas, na região Centro-Oeste do Brasil, a deficiência hídrica e a incidência de brusone na panícula são os fatores mais importantes no aumento da esterilidade de espiguetas (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

As variedades Vermelho e MNA RN 0802 apresentaram os menores índices de colheita, com 0,25 e 0,23 respectivamente, segundo Menezes et al. (2011) isto representa menor eficiência no transporte de carboidratos e na capacidade de acúmulo de reservas nas espiguetas, estas mesmas variedades apresentaram os maiores valores de massa seca por perfilho, o que influencia nos resultados de índice de colheita. As demais variedades Cáqui (0,43), MNA PB 0405 (0,37), MNA RN 0802 (0,32) e MNA RN 0803 (0,50) apresentaram índices de colheita superiores com destaque para a variedade MNA RN 0803. O índice de colheita das cultivares tradicionais está em torno de 0,3 e, o das modernas, em torno de 0,5

(MAE, 1997; FAGERIA et al., 2006). Menezes et al. (2011) observou índices de colheita em variedades de arroz-vermelho de 0,37 e 0,38.

Segundo Costa, Santos e Zimmermann (2000) a massa de 100 grãos é uma componente de forte influência sobre a produtividade e os valores considerados adequados em arroz para o peso de 100 grãos estão em torno de 2,5 g, no presente estudo apenas as variedades MNA PB 0405 e MNA RN 0803 apresentaram valores próximos com 2,64 g e 2,34 g respectivamente (Tabela 4), enquanto Vermelho (3,07 g), Cáqui (3,13 g), MNA PB 0728 (3,26 g) e MNA RN 0802 (3,12 g) apresentaram valores superiores ao sugerido pelos autores. Em sementes de arroz-vermelho Barreto (2012) encontrou médias de 1,96 g e 2,81 g na região de Apodi – RN

Observou-se que a variedade com maior massa de grãos apresenta também maior produtividade (Tabela 4), entretanto a menor produtividade não foi obtida pela variedade com menor peso de grãos, o que mostra que apesar do caractere massa de 100 grãos influenciar a produtividade, esta deverá ser maior se combinados também a outros componentes de produção. O peso de grãos provavelmente está relacionado a outros componentes como o número de panículas/m² e número de porcentagem de espiguetas férteis (CRUSCIOL et al., 2001).

A variedade MNA PB 0728 (Tabela 4), apesar de não ter sido a de maior índice de colheita, apresentou a maior produtividade (2.787,50 kg/ha) e MNA RN 0802 o menor valor (1.034,38 kg/ha). De forma geral a produtividade em todas as variedades mostrou-se baixa quando comparada com resultados obtidos por Barreto (2012) com arroz-vermelho no vale do Apodi – RN apresentando produtividade de 3.550 kg/ha, e por Pereira et al. (2007) que verificou produtividade entre 4.786 kg/ha, para a cultivar de arquitetura de planta tradicional e 12.839 kg/ha, para cultivar semi-anã. No entanto com exceção da variedade MNA RN 0802, as variedades estão acima da produtividade da região Nordeste, que é de 1.215 kg/ha, quanto a produtividades nacional (4.806 kg/ha) e do estado de Pernambuco (5.478 kg/ha) as seis variedades apresentaram valores inferiores (IBGE, 2013).

A produtividade de arroz é determinada pelos componentes número de panícula por área, número de grãos por panícula e massa de grãos, sendo a massa de grãos, a característica mais estável que as demais, pois, o tamanho do grão é limitado fisicamente pela lema e a pálea (MARCHEZAN, 1994). Estas característica e outras como comprimento da panícula, degrane e rendimento de grãos inteiros são fortemente influenciadas pelo ambiente (FONSECA; CUTRIM; RANGEL, 2002).

A produtividade (Tabela 4) das variedades acompanhou os resultados de número de panículas por metro quadrado, o que é comprovado analisando as correlações (Tabela 5) existentes entre os componentes de produção, notando uma correlação positiva fortíssima (maior que 0,90) entre estes dois componentes.

Tabela 5: Correlações entre componentes de produção de seis variedades de arroz-vermelho em Recife-PE.

	P/m²	IC	MS/P	PROD	D	EF/P	NE/P	M100G	PORT	TC	PAN
P/m²	1	0,0810	0,6503	0,9335**	-0,4018	-0,8006	-0,0291	0,1583	-0,1843	-0,2001	-0,0671
IC		1	-0,4380	0,1790	0,2728	0,4445	0,6079	-0,6538	0,2979	0,1946	0,9449**
MS/P			1	0,4721	-0,2782	-0,8142*	0,0000	0,3897	0,1677	0,2084	-0,2775
PROD				1	-0,1672	-0,7785	0,0234	0,3127	-0,0852	-0,0974	0,0707
D					1	0,2613	0,7266	0,1624	0,6820	0,6927	0,1405
EF/P						1	0,2353	-0,6825	0,0907	0,0381	0,4615
NE/P							1	-0,3382	0,7112	0,6659	0,6084
P100G								1	0,0897	0,1853	-0,0753
PORTE									1	0,9936**	0,3861
COLMO										1	0,3727
PAN											1

** *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t

Observou-se uma forte correlação negativa entre a produção de massa seca por perfilho e espiguetas férteis por panícula, indicando que plantas com maior produção de matéria seca produzirão menos espiguetas férteis, que é o produto de interesse no cultivo do arroz-vermelho. Foi verificada forte correlação positiva entre os caracteres tamanho da panícula e índice de colheita, uma vez que panículas maiores produzem mais grão e uma maior matéria seca de grãos em relação à matéria seca total define um maior índice de colheita. Uma forte correlação positiva também foi observada entre os caracteres porte da planta e tamanho do colmo.

O ciclo das variedades duraram em torno de 170 dias, esta é uma característica inerente à cultivar, mas pode, também, ser influenciada pelo ambiente (MENEZES et al., 2011), a produtividade de grãos tende a aumentar com o prolongamento do ciclo vegetativo, até a planta alcançar uma duração ótima, que é considerada de 120 a 140 dias nas regiões tropicais, pois, a partir de determinado período, a relação grão/palha começa a diminuir (FERNÁNDEZ et al.,1985).

CONCLUSÃO

A maioria das características morfoagronômicas avaliadas pode ser utilizada para a caracterização das seis variedades de arroz-vermelho utilizadas neste trabalho.

Foram verificados cor da folha verde, com pubescência média do limbo, aurículas de cor verde-clara, lígulas incolores, folha bandeira de postura ereta, cor amarelo-palha nas glumelas, lema e pálea pilosa, ausência de aristas e fácil degrane nas seis variedades avaliadas.

A variedade Cáqui foi a exceção da variedade Cáqui, observando-se cor marrom da lema, pálea e ápulo do grão.

Todas as variedades tem porte alto, panículas de tamanho médio, MNA PB 0405, MNA PB 0728 e MNA RN 0802 apresentam colmos muito curtos, as variedades Vermelho e MNA RN 0803 colmos de muito curtos a curtos e a variedade Cáqui apresenta colmo curto.

Todas as variedades apresentaram grãos meio-alongados, com exceção da variedade MNA RN 0803 que apresentou uma frequência de 60% dos grãos meio-alongados e 25% semi-arredondados.

Os grãos das variedades, MNA PB 0728, MNA RN 0802 e Cáqui foram classificados como Longos, os da MNA PB 0405 como variedade de grãos médios e MNA RN 0803 e Vermelho como variedades de grãos misturados.

MNA PB 0728 apresentou o maior número de panículas/m² e maior produtividade, mas suas panículas são parcialmente férteis, enquanto as demais variedades possuem panículas férteis.

A produtividade das variedades, com exceção da variedade MNA RN 0802, estão acima da produtividade da região Nordeste, portanto podem ser indicadas para programas de melhoramento visando elevadas produtividades.

As características morfoagronômicas avaliadas em sementes e plantas após a antese foram as mais polimórficas e adequadas para a caracterização dos genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-349, 2001.

ANGLADETTE, A. **El Arroz**. Barcelona: Blume, 1969. 869 p.

- ARAÚJO, E. S.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em grãos de variedades de arroz do Maranhão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1281-1288, 2003.
- AREIAS, R. G. de B. M. et al.. Similaridade genética de variedades crioulas de arroz, em função da morfologia, marcadores RAPD e acúmulo de proteína nos grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 19-28. 2006.
- BARATA, T. S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil**: um estudo na região metropolitana de Porto Alegre, 2005. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.
- BIOVERSITY INTERNATIONAL; IRRI; AFRICARICE. **Descritores para arroz silvestre e cultivado (*Oryza spp.*)**. Bioersity International, Roma, Itália; International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas; AfricaRice, Centro de Arroz da Africa, Cotonou, Benin, 2011. 65p.
- BOÊNO, J. A. **Caracterização da qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.)**, 2008. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2008.
- BOÊNO, J. A.; ASCHERI, D. P. R.; BASSINELLO, P. Z. Qualidade tecnológica de grãos de quatro genótipos de arroz-vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 718-723, 2011.
- BONOW, S. et al. Caracterização morfológica de cultivares de arroz visando a certificação da pureza varietal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.619-627, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análises de Sementes**. Brasília, 2009. 395p.
- CASTRO, E. da M. de, et al. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, n.34, 1999. 30p. (Circular Técnica)
- COELHO, C.M.M. et al. Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1177-1186, 2010
- COSTA, E. G. C; SANTOS dos, A. B; ZIMMERMANN, F. J. P. Características agronômicas da cultura principal e da soca de arroz irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24 (Edição Especial), p. 15-24, 2000.
- CRUSCIOL, C. A. C. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 287-293, 2001.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.
- DORNELLES, S. H. B. **Caracterização de acessos polimórficos de arroz vermelho no Rio Grande do Sul por descritores morfológicos e microssatélites**. 2009. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2001.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. **Physiology of crop production**. New York: Haworth Press, 2006. 345p.

FARIA, J. M.; GUSMÃO, A. R. E.; FONSECA, J. R. Caracterização morfoagronômica de genótipos de arroz-vermelho. In: CONGRESSO DE GENÉTICA DO CENTRO-OESTE, 1. 2008. Brasília, **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 2008. 1 p.

FERNÁNDEZ, F. et al. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. In: TASCÓN, J.E.; GARCIA, D. E. **Arroz : investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p. 83-101.

FERREIRA, C.M.; VILLAR, P. M.; ALMEIDA, P.N.A. Qualidade e utilização das principais cultivares de arroz de terras altas. In: FERREIRA, C. M.; SOUZA, I. S, F, de; VILLAR, P. M. (eds) **Desenvolvimento tecnológico e dinâmica da produção de arroz de terras altas no Brasil**. 1 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. Cap. 3, p.37-50, 2005.

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. da M. de; SILVEIRA, P. M. **Características botânicas e agronômicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Santo Antônio do Goiás: EMBRAPA, 2001. 41 p. (Documentos, 130)

FONSECA, J.R.; CUTRIM, V.A.; RANGEL, P.H.N. **Descritores morfo agronômicos e fenológicos de cultivares comerciais de arroz de várzea**. Brasília: Embrapa, 2002. 22p. (Documento, 141)

FONSECA, J. R. et al. Descritores morfoagronômicos e fenológicos de cultivares tradicionais de arroz coletados no Maranhão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, n. 293, p. 45-56, 2004.

FONSECA, J. R. et al. **Descrição morfológica, agronômica, fenológica e culinária de alguns tipos especiais de arroz**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2007, ed.21, 28p.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve, **Potafos**, Piracicaba, SP, n.99, p.1-12. 2002. (Encarte do informações agronômicas)

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da produção agrícola**: Junho de 2013, 2013. 79 p.

JAKELAITIS, A. et al. Resposta de duas cultivares de arroz de terras altas ao espaçamento entre linhas e a convivência com plantas daninhas. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 2, n.3, p. 16-28, 2009.

JULIANO, B. O. **Rice chemistry and quality**, Philippine Rice Research Institute Island Publishing House, Philippines, p.25-54, 2003.

KHUSH, G. S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 1, 1994, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1995. p. 13-29.

MAE, T. Physiological nitrogen efficiency in rice: nitrogen utilization, photosynthesis, and yield potential. In: ANDO, T.; FUJIT A, K.; MAE, T.; MATSUMOTO, H.; MORI,

S.;SEKIYA,J.(Ed.).**Plant nutrition for sustainable food production and environment**. Dordrecht: Kluwer, 1997. p.51-60

MARCHEZAN, E. Avaliação de rendimento de engenho de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 47, n. 415, 1994. 23p.

MENEZES, B. R. S. et al. Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 490-499, 2011.

MENEZES, B. R. S. et al. Caracterização morfoagronômica de dois genótipos de arroz vermelho em cultivo inundado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 3, p. 394-401, 2012.

MOSSMAN, A.P.; FELLERS, D.A.; SUZUKI, H. Rice stickiness. I. Determination of Rice stickiness with an Instron tester. **Cereal Chemistry**, Pullman, v. 60, n. 4, p. 286-292, 1983.

NOLDIN, J. A. et al. Desempenho de populações híbridas F2 de arroz vermelho (*Oriza sativa*) com arroz transgênico (*O. sativa*) resistente ao herbicida Amonio-glufosinate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 381-395, 2004.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p

PEREIRA, J. A. et al. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 43-48, 2007.

RODRIGUES, L. S. et al. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1275-1284, 2002.

SANTOS, E. et al., **Anuário brasileiro do arroz 2013**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013. 136p.

STEINMETZ,S.; SILVA, S.C.; SANTANA, N.M.P. Cilma. In: SANTOS,A.B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R.A. **A cultura do arroz**. Santo Antonio de Giás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 117-160.

SCHWANKE, A. M. L. et al. Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 249-260. 2008.

SILVA, A. T. **Estudo da divergência genética em acessos de arroz através de marcadores morfológicos e moleculares (RAPD)**. Lavras: Ufla, 1999. 185 p.

TANAKA. A. Climatic influence on photosynthese and respiration of rice. IN:IRRI. **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p. 223-247.

TANAKA. A., KAWANO, K., YAMAGUCHI, J. **Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant**. Los Banõs : IRRI, n.7, 1966. 46p.

VELOSO, C. A. C. et al. **Nutrição mineral e adubação da cultura do arroz de sequeiro.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 29 p. (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, 360).