

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE
TOLERÂNCIA À SECA EM UMA COLEÇÃO NUCLEAR DE ACESSOS DE
ARROZ DE TERRAS ALTAS (*Oryza sativa* L.)**

THIAGO GLEDSON RIOS TERRA

**GURUPI - TO
AGOSTO DE 2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE
TOLERÂNCIA À SECA EM UMA COLEÇÃO NUCLEAR DE ACESSOS DE
ARROZ DE TERRAS ALTAS (ORYZA SATIVA L.)**

Thiago Gledson Rios Terra

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Tocantins UFT, Campus Universitário de Gurupi no dia 21 de agosto de 2008, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**GURUPI - TO
AGOSTO DE 2008**

**Trabalho realizado junto ao laboratório de Ecofisiologia Vegetal,
Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Gurupi, sob
orientação do Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos.**

Banca examinadora:

Dr. Antônio Clementino dos Santos
Universidade Federal do Tocantins

Dr. Márcio Elias Ferreira
Universidade Católica de Brasília/EMBRAPA CENARGEN

Dr. Paulo Hideo Nakano Rangel
EMBRAPA Arroz e Feijão

Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal
Universidade Federal do Tocantins

Esta dissertação foi apresentada em 21 de agosto de 2008, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

À DEUS por ter me dado vida, paz e saúde além do dom mais precioso, o “pensar”. Aos meus pais Maciel Alves Terra e Rita Rios Terra e meus irmãos Théo Gladstone Rios Terra e Teddy Diogo Rios Terra pela paciência, amor, afeto, dedicação e compreensão para comigo, onde fui lapidado no que sou hoje.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À DEUS sobre tudo em minha vida, por tudo o que me proporcionou, pois se hoje sou algo é graças ao intermédio Dele.

À Nossa Senhora Aparecida, mãe intercessora e Santa protetora.

Aos meus pais Maciel Alves Terra e Rita Rios Terra que foram incansáveis guerreiros para minha educação e formação, onde essa índole que possuo hoje é grande parte atribuída a eles.

Ao Prof. Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal, pelas orientações, companheirismo, e principalmente pela amizade.

Aos Drs. Paulo Hideo Nakano Rangel, Antônio Clementino dos Santos e Márcio Elias Ferreira pelas orientações, pelas oportunidades e principalmente pela amizade e apoio.

À Universidade Federal do Tocantins, principalmente ao Campus Universitário de Gurupi pela oportunidade de realização do curso.

Aos professores da Universidade Federal do Tocantins, pela extensão dos conhecimentos que me proporcionaram.

Aos funcionários da Universidade Federal do Tocantins pela dedicação e apoio nesse período em que aqui estive.

À todos os meus colegas por tudo o que passamos, nos momentos bons e ruins, onde pude aprender com cada um deles, e em especial aos que hoje posso chamar de Amigos.

Àqueles que torceram pelo meu insucesso, onde forças maiores intercederam, me proporcionando o êxito.

Àqueles que torceram pelo meu sucesso, e que eu nunca venha a desapontá-los.

E ao projeto *Orygens* pela oportunidade e concessão da bolsa de estudos.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	01
ABSTRACT	02
1 INTRODUÇÃO	04
1.1 A cultura do arroz e o ambiente.....	06
1.2 A planta sob estresse.....	09
1.3 A água no sistema solo-planta-atmosfera.....	11
1.4 mecanismos de sobrevivência à seca.....	14
1.5 A importância dos caracteres fenotípicos no melhoramento de plantas.....	15
1.6 Uso do índice de susceptibilidade à seca.....	20
1.7 Coleção nuclear e diversidade genética.....	22
2 MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1 Descrição da Área Experimental.....	24
2.2 Adubações.....	25
2.3 Desenho experimental.....	25
2.4 Irrigações.....	28
2.5 Controle químico.....	29
2.6 Avaliações.....	29
2.7 Índice de Susceptibilidade à Seca e intensidade do estresse de seca.....	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
3.1 Temperatura.....	31
3.2 Dias até a floração.....	36
3.3 Altura.....	37
3.4 Esterilidade.....	37
3.5 Número de grãos por panícula.....	41
3.6 Peso de cem grãos.....	46
3.7 Produtividade.....	47
3.8 Número de perfilhos.....	49

3.9 Número de panículas.....	50
3.10 Índice de Susceptibilidade à Seca.....	51
4 CONCLUSÕES FINAIS.....	63
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Temperaturas máxima (Temp. máx.) e mínima (Temp. min.) em (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) durante o período de junho a dezembro de 2007, na cidade de Gurupi, Tocantins.....	24
2	Distribuição dos genótipos quanto às temperaturas foliares (°C) sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se o extremos para cada ambiente.....	32
3	Distribuição dos genótipos quanto ao número de dias até o florescimento sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	37
4	Distribuição dos genótipos quanto à altura sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	38
5	Distribuição dos genótipos quanto à esterilidade das espiguetas sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	40
6	Distribuição dos genótipos quanto ao número de grãos por panícula sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	41
7	Distribuição dos genótipos quanto ao peso de cem grãos sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	47
8	Distribuição dos genótipos quanto à produtividade sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	48
9	Distribuição dos genótipos quanto ao número de perfilhos m ⁻² sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	50

Figura		Pág.
10	Distribuição dos genótipos quanto ao número de panículas m ⁻² sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.....	51
11	Produtividades sem estresse (g m ⁻²) e Índice de Susceptibilidade à Seca dos genótipos avaliados.....	54
12	Temperatura foliar dos genótipos com e sem estresse <i>versus</i> o ISS..	56
13	Dias até o florescimento dos genótipos com e sem estresse <i>versus</i> o ISS.....	57
14	Altura dos genótipos nas condições com e sem estresse <i>versus</i> o ISS.....	58
15	Produtividade com e sem estresse <i>versus</i> o ISS.....	59
16	Peso de cem grãos com e sem estresse <i>versus</i> o ISS.....	60
17	Número de perfilhos com e sem estresse de seca <i>versus</i> o ISS.....	61
18	Número de panículas com e sem estresse de seca <i>versus</i> o ISS.....	61
19	Número de grãos com e sem estresse de seca <i>versus</i> o ISS.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela		Pág.
1	Resultados da análise de solo da área experimental, realizada em fevereiro de 2007.....	25
2	Lista dos materiais avaliados, número do tratamento, código da coleção nuclear da Embrapa, e nome comum dos acessos.....	26
3	Análise de variância para as variáveis, temperatura do dossel foliar, dias após a emergência até a floração, altura, esterilidade das espiguetas e número de grãos por panícula.....	31
4	Lista de genótipos, temperatura foliar (oC), dias da emergência até a floração e altura (cm), sem estresse (S.E.) e com estresse (C.E.).....	33
5	Análise de variância para as variáveis, peso de cem grãos (g), produtividade (g m ⁻²), número de perfilhos m ⁻² , número de panículas m ⁻²	42
6	Análise de variância para o Índice de Susceptibilidade à Seca (Fisher e Maurer, 1978).....	42
7	Lista de genótipos, peso de cem grãos (g), produtividade (g m ⁻²), número de perfilhos e panículas m ⁻² , e Índice de Susceptibilidade à seca (Fisher e Maurer, 1978).....	43
8	Correlações entre as variáveis dias até a floração (Flor.), altura em cm, produtividade (g m ⁻²), esterilidade das espiguetas (Ester.) peso de cem grãos dado em gramas (P 100 g), número de perfilhos (N ^o perf.) e panículas (N ^o pan.) por m ² , número de grãos por panícula (N. G/P) e Índice de Susceptibilidade à Seca (ISS) segundo Fisher e Maurer, (1987).....	56

LISTA DE SIGLAS

CENARGEN – Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia

CNPAF – Centro Nacional de Pesquisa com Arroz e Feijão

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ISS – Índice de Susceptibilidade à Seca

SEAGRO – Secretaria da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento

UFT – Universidade Federal do Tocantins

RESUMO

Nos tempos mais recentes, fatores ambientais advindos do chamado *efeito estufa* têm contribuído para a redução da produção de alimentos, assumindo grande relevância, considerando o crescimento da população mundial a cada dia. Diversos estudos vêm sendo realizados com o objetivo de contornar os efeitos deletérios desses fatores ambientais, principalmente na agricultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar caracteres morfofisiológicos e parâmetros fitotécnicos em diferentes genótipos de arroz cultivados no município de Gurupi, no cerrado sul tocaninense, submetidos a duas condições de irrigação distintas, com e sem estresse por deficiência hídrica, visando à identificação de materiais tolerantes à seca, os quais poderão servir de base para a criação de novas cultivares de arroz tolerantes ao estresse hídrico. As variáveis avaliadas foram, temperatura do dossel foliar, dias da emergência até o florescimento, altura das plantas, esterilidade das espiguetas, número de grãos por panícula, peso de cem grãos, produção e número de perfilhos e de panículas. Foram realizados testes de médias, utilizando-se o de Tukey para os ambientes e o Scott Knott para os genótipos, avaliando-se também as correlações existentes entre as variáveis e o Índice de Susceptibilidade à Seca (ISS). Para a variável temperatura do dossel foliar não houve diferença ($P > 0,05$) entre os genótipos, tanto no ambiente com estresse hídrico como no ambiente sem estresse, ficando o uso dessa característica dificultado, como parâmetro de diferenciação entre os genótipos, havendo diferenças entre os ambientes ($P < 0,05$). Para o número de dias até o florescimento e altura de plantas, houve diferenciação entre os genótipos em ambos os ambientes e entre os ambientes. A esterilidade das espiguetas mostrou-se uma característica influenciada pelos genótipos em ambas as condições de cultivo, principalmente na condição de estresse hídrico, variando também entre os ambientes. O número de grãos por panícula e o peso de cem grãos apresentaram diferenças ($P < 0,05$) em ambas as condições de cultivo e entre as mesmas. A produção também foi uma variável que apresentou grande variação entre os genótipos em ambas as condições ambientais. Para o número de perfilhos e de panículas, não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) entre os genótipos na ausência de estresse hídrico, encontrando-se, no entanto, diferenças para essas variáveis ($P < 0,05$), na presença do estresse hídrico. Quanto ao ISS, verificou-se

significativas variações, desde índices baixos, que mostram-se mais tolerantes à essa condição até valores altos, típicos dos materiais mais susceptíveis à seca. A temperatura do dossel foliar não apresentou correlação negativa com qualquer uma das outras variáveis, e a esterilidade das espiguetas apresentou elevada correlação negativa e significativa com a variável produção.

ABSTRACT

Nowadays, in the view of increasing rate of world-wide population, environmental effects coming from the so called *greenhouse effect* have presented negative effects on food production in the world. An increasing body of studies have been carried out with the aim of minimize such deleterious effects on agriculture. This work aimed to identify tolerant rice genotypes that could be used for the development of more adapted rice cultivars to drought. It was evaluated morphological characters and phytotechnical parameters of different rice genotypes upon two irrigation conditions (with and without water stress) cultivated under savanna-like conditions in Gurupi-TO. The following variables were evaluated: canopy temperature, emergency period (from the emergency to flowering), plant height, spikelet sterility, number of grains per panicle, weight of 100 grains, yielding, tillers and panicle number. The Scott Knott test was used to analyze differences among averages of genotypes. The correlation analysis was used to evaluate the correlation between the evaluated characters and the drought susceptibility index (DSI). Results showed that canopy temperature did not have significant effect on all evaluated genotypes ($P > 0.05$), either with or without water stress, and therefore, preventing the discrimination among genotypes. The emergency period, as well as, plant height presented differences among the evaluated genotypes ($P < 0.05$), in both irrigation conditions. The spikelet sterility was affected by the genotypes in both irrigation conditions, but mainly under drought conditions. The number of grains per panicle, as well as, the weight of 100 grains presented significant differences in both irrigation conditions. It was also observed a big variation on yielding among genotypes in both water conditions (with and without stress). The number of panicles and tillers presented differences among genotypes only under drought condition ($P < 0.05$). DSI presented a significant variation, ranging from low (more drought tolerant) to high values (more drought susceptible). The canopy temperature did not present negative correlation when compared to any other tested variables, whereas spikelet sterility presented a high negative and significant correlation when compared to the yielding variable.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial cresce cada vez mais, aumentando, conseqüentemente, a demanda por alimentos e matéria-prima para as indústrias. O Brasil, reconhecido como grande produtor de alimentos possui ambientes edafoclimáticos com grande potencial para aumentar ainda mais esta participação no mercado mundial. Mais recentemente, fatores ambientais incomuns para determinadas regiões, tais como temperaturas extremamente elevadas, excesso ou falta de chuvas, ventos fortes e geadas, dentre outros, vêm ocasionando efeitos deletérios na produção agrícola em geral, nas mais diversas regiões do planeta, fato de grande relevância no atual contexto global.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma gramínea posicionada entre os principais cereais consumidos em todo mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, constituindo-se na base alimentar de cerca de 2,4 milhões de pessoas. Apesar do crescente aumento da sua demanda, a produção mundial de arroz não vem acompanhando o crescimento do consumo, em função do crescimento populacional. Tal constatação impõe, aos setores produtivos, a busca de novas técnicas que possam garantir consideráveis níveis produtivos à cultura, de forma a viabilizar a sua produção, mesmo frente às adversidades climáticas. No Brasil, grande produtor e consumidor deste cereal, a maior parcela de sua produção é proveniente dos ecossistemas de várzeas, os quais são irrigados por inundação. No entanto, o plantio em sequeiro, ou cultivo em terras altas, apresenta significativa relevância no contexto nacional, principalmente considerando-se ser produto típico de agricultura familiar. Considerando a importância da cultura no contexto nacional e global, cada vez mais a pesquisa agropecuária busca novas variedades cultivadas com potenciais de produção superiores aos já existentes e melhor adaptadas a condições edafoclimáticas estressantes, como, por exemplo, aquelas causadas pelo estresse hídrico.

A maior parte da produção agrícola no Brasil, principalmente a de cereais e oleaginosas, ocorre no período do verão, ou seja, na “época das chuvas”, quando o suprimento hídrico necessário para o desenvolvimento da cultura provém das chuvas, sem o emprego da irrigação, o que caracteriza o cultivo de sequeiro. Sabe-

se que em muitas regiões do país, notadamente no ecossistema cerrado, ocorre, com frequência, o fenômeno denominado 'veranico', no qual se verifica, dentro da estação chuvosa, determinado período caracterizado pela ausência de chuvas. Tal efeito poderá ocasionar consideráveis reduções na produção agrícola, podendo ocorrer, em alguns casos mais extremos, perda total da produção. A intensidade dos prejuízos causados à lavoura é função da interação de diferentes fatores endógenos e exógenos, destacando-se, dentre outros, a severidade do 'veranico', o estágio de desenvolvimento da cultura, espécie utilizada ou até mesmo de genótipos mais sensíveis dentro de uma espécie.

Da mesma forma diversos programas de melhoramento de plantas vêm buscando desenvolver novos materiais, mais adaptados a condições edafoclimáticas estressante, tais como temperaturas elevadas e solos ácidos. Muitos desses programas visam, também, à criação de novos materiais de plantas com caracteres morfofisiológicos que promovam maior eficiência no uso de insumos utilizados no processo produtivo, tais como, fertilizantes, agroquímicos e até mesmo água, os quais tornam-se, a cada dia, mais escassos e/ou onerosos.

Contudo selecionar progênies superiores não é tarefa fácil, uma vez que muitos caracteres de importância agrônômica, em sua maioria em locos quantitativos, apresentam comportamento complexo, tendo em vista serem influenciados pelo ambiente, além de apresentarem considerável inter-relacionamento entre si, de tal forma que a seleção de um provoca série de mudanças em outros (Costa, 2004). Destaca-se, em programas de melhoramento vegetal, o efeito do ambiente, sobretudo na interação com o genótipo, o qual pode ser expresso fenotipicamente (Santos et al., 2001), de tal forma que os indivíduos com maior tolerância ou resistência às condições adversas irão se sobressair.

Diante do exposto, pode-se ressaltar a importância do estudo de caracteres fenotípicos influenciados por fatores do ambiente, passíveis de serem utilizados nos processos de seleção de genótipos, em programas de melhoramento convencional, ou até aliados à biotecnologia, visando à obtenção de materiais mais produtivos e adaptados a condições edafoclimáticas estressantes. A elucidação dos mecanismos envolvidos nas interações entre genótipo de plantas e ambiente facilitará, por certo, o processo de geração de novos materiais, além de contribuir para o desenvolvimento de técnicas de seleção que possam reduzir o tempo e o

trabalho para avaliação de fontes genéticas de tolerância a estresses abióticos de seca.

No presente trabalho foram avaliados caracteres morfofisiológicos e parâmetros fitotécnicos em diferentes genótipos de arroz cultivados no município de Gurupi, sul do Estado do Tocantins, submetidos a duas condições de irrigação distintas (com e sem estresse hídrico), visando à identificação de materiais tolerantes à seca, os quais poderão servir de base para a criação de novas cultivares de arroz de terras altas tolerantes ao estresse hídrico.

1.1 A cultura do arroz e o ambiente

O problema da falta de alimentos que assola o mundo é preocupante. Conforme Sheeran (2008), mais de 100 milhões de pessoas podem ser afetadas, provocando crises em diversos países, visto que, em função de fatores sócio-ambientais, a produção agrícola não tem acompanhado o crescente aumento populacional. Dentre esses fatores destaca-se aqueles advindos do chamado “efeito estufa”, cujas perspectivas não são animadoras para os anos futuros, devendo agravar ainda mais esse problema (Dessai e Trigo, 1999; RDH, 2006b). Ki-moon (2008), secretário geral das Nações Unidas, ressalta a necessidade de renovação da agricultura para haver produção suficiente de alimento e abastecimento da crescente população mundial. Cortez (2004) considera que o aquecimento global será responsável por 20% do incremento na escassez de água, não somente em zonas propensas à seca, mas também nos diversos outros ecossistemas tropicais e subtropicais.

Para Charles e Oliveira (2004) aproximadamente 70% de toda a água potável do planeta, utilizada pelo homem, é destinada à irrigação e 40% dos alimentos são produzidos sob este sistema. Atualmente, em muitos casos, não existe mais opção para ampliar ou até mesmo, continuar a prática da agricultura nessas condições (RDH, 2006a), principalmente considerando as questões relacionadas a impactos ambientais decorrentes do uso indiscriminado dos insumos agrícolas (Kijne, 2006; Liu et al. 2004; RDH, 2006b). Segundo Lafitte et al. (2006), mesmo na Ásia, onde tradicionalmente o arroz é cultivado sob sistema irrigado em

várzeas, o aumento da população e a crescente urbanização têm gerado significativa redução da disponibilidade de água para irrigação.

Frente a este preocupante entrave, pesquisas diversas têm buscado alternativas no sentido de minimizar o efeito deletério dos fatores oriundos do efeito estufa, notadamente a escassez de água na agricultura, por meio de programas de melhoramento de plantas cultivadas, aliados à biotecnologia (Durães et al., 2004), os quais possam propiciar genótipos mais adaptados às condições edafoclimáticas estressantes. Pode-se considerar que uma das características mais importantes a ser incorporada nos genótipos das diversas espécies cultivadas é, sem dúvida, a tolerância à seca, principalmente quando são exploradas em regiões semi-áridas (Vidal et al., 2005), ou quando sujeitas aos veranicos prolongados.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma gramínea hidrófila cujo processo evolutivo levou a adaptar-se aos mais variados ambientes, apresentando ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e de clima, constituindo-se na principal fonte de nutrientes para cerca de dois terços da população mundial, especialmente nos países em desenvolvimento. A maior produção e consumo de arroz ocorre no continente asiático, representando mais de 90% da produção mundial, e em todos os países produtores, é a base da alimentação, fornecendo de 50 a 80% das calorias diárias para a população daquela região (Maclean et al., 2002). Porém, em diferentes locais, verifica-se redução gradativa da produção em função da ação de fatores do ambiente (Macan-Markar, 2008). Para Santos e Rabelo (2008), o arroz é a cultura com maior potencial de aumento da produção, tornando-se forte alternativa para o combate à fome, que assola o mundo. Estes autores acrescentem que, nos últimos seis anos, a produção mundial de arroz aumentou 1,09%, enquanto a população cresceu 1,32% e o consumo 1,27%.

No mundo o arroz é cultivado em cerca de 148 milhões de hectares, abrangendo ecossistemas sob temperaturas e regimes hídricos variados, dos quais aproximadamente 13% são produzidos em condições de *sequeiro*, ou *terras altas*, sem qualquer acúmulo de água em superfície, havendo sempre a influencia do regime hídrico, durante a estação de crescimento (Babu et al., 2003). Conforme esses autores, a deficiência hídrica no solo, e conseqüentemente na planta, é fator de grande relevância na produção e estabilidade do rendimento da cultura nas regiões sujeitas a este tipo de estresse, sugerindo a obtenção de melhorias no seu

rendimento em ambientes limitados por água, por meio da identificação dos caracteres os quais possam contribuir para a tolerância à seca.

No Brasil, o cultivo do arroz é conduzido nos sistemas de *várzeas*, irrigado por inundação, e no sistema de *terras altas* (conhecido anteriormente como sistema de *sequeiro*), englobando o sem irrigação (dependente de chuvas) e o com irrigação artificial (Castro et al., 1999). De acordo com Rangel (2008), as condições de cultivo as quais são submetidas as cultivares sob o segundo sistema são bastante diferentes daquelas encontradas no cultivo em várzeas, considerando-se tanto a presença de oxigênio no solo quanto a disponibilidade de água. De maneira geral, os materiais cultivados em *terras altas* apresentam raízes longas e espessas, enquanto que os de várzea apresentam raízes finas e fibrosas. Além disso, as plantas das cultivares de terras altas apresentam folhas mais curtas, estreitas e eretas, o que leva a baixa cobertura inicial do terreno e, conseqüentemente, menor competitividade com plantas daninhas.

A produção de arroz em várzeas requer, aproximadamente, 2000 litros de água para produzir 1 kg de grãos em casca, situando-se entre as culturas mais exigentes em termos de recursos hídricos (Embrapa, 2005). A produção em sistemas de *terras altas* apresentou grande relevância na produção nacional de arroz, nas décadas de 70 e 80, quando a cultura chegou a ocupar 4,5 milhões de hectares, tornando-se, devido à sua rusticidade e adaptação a solos ácidos, alternativa altamente satisfatória para a abertura de novas áreas de cerrado (Pinheiro, 2003). A produção anual de arroz produzido em *terras altas* é oscilante, principalmente em razão da irregularidade de distribuição das precipitações pluviais e de práticas culturais inadequadas (Crusciol et al., 1999). Vale ressaltar, porém, que o Brasil detém vantagem comparativa em relação aos outros países produtores de arroz, por ser o único em que o ecossistema de *terras altas* apresenta a mesma importância que o irrigado, permitindo ajustar melhor a área cultivada às alterações de demanda do produto, cujo mercado externo tem crescimento previsto (Pinheiro, 2002).

1.2 A planta sob estresse

Em qualquer lugar que as plantas cresçam e se desenvolvam, estarão sujeitas a condições de múltiplas adversidades, conhecidas como *estresse*, termo definido como 'desvio das condições ótimas para o crescimento, os quais limitarão, além do próprio crescimento, o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência' (Larcher, 2004). O mesmo autor salienta que organismo submetido a estresse atravessa sucessão de fases características, descritas como:

Fase de alarme: corresponde ao início do distúrbio ou estresse, sendo seguida pela perda na estabilidade das estruturas, como, por exemplo, proteínas das biomembranas, e das funções que mantêm as atividades vitais, como processos bioquímicos e metabolismo de produção de energia.

Fase de resistência: caso permaneça a condição estressante na mesma intensidade, será rapidamente iniciada a restituição, na forma de processos de reparação, tais como os de síntese protéica ou síntese de substâncias de proteção. Os mecanismos específicos de resistência para cada tipo de estresse envolvem todos os níveis funcionais da planta, sendo, em muitos casos, induzidos por ação genética diferenciada, na qual, sob estresse contínuo, a resistência aumenta atingindo o estado reconhecido como *rustificação*. A eventual melhora na estabilidade, induz à normalização dos processos vitais, mesmo sob estresse contínuo, levando a adaptação da planta a tal condição.

Fase de exaustão: em caso de exposição demorada da planta ao estresse ou se a intensidade do agente estressor for muito intensa ou crônica, há possibilidade de a mesma não conseguir adaptar-se e esta condição, podendo chegar à exaustão, e tornar-se susceptível às infecções causadas por parasitas que ocorrem como conseqüência da diminuição das defesas do hospedeiro, levando-a ao colapso prematuro. Alta intensidade e maior duração do estresse poderão gerar senescência precoce.

O estresse causado pela deficiência hídrica tem efeito em diversos processos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos nas plantas, visto geralmente aumentar a resistência difusiva ao vapor de água, mediante o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e o suprimento de dióxido de carbono para o processo fotossintético, diminuição do crescimento celular e aumento da

fotorrespiração (Shinozaki e Yamaguchi-Shinozaki, 2007). As plantas podem iniciar diversas mudanças moleculares, celulares e fisiológicas para responder e adaptar-se a estes estresses, permitindo, assim, sua sobrevivência em tais condições (Larcher, 2004; Nogueira et al., 1998). As substâncias acumuladas nas células são moléculas possuidoras, em sua maioria, de função protetora das estruturas celulares, a exemplo das proteínas de choque térmico, as quais previnem a desnaturação de outras proteínas, ou moléculas sinalizadoras, ativadoras dos mecanismos de defesa (Araújo et al., 1998). Durante a resposta e a adaptação aos estresses, muitos genes inter-relacionados são induzidos e os níveis de determinadas proteínas funcionais de resistência relacionadas ao estresse é aumentado.

O esforço severo da seca pode conduzir à supressão dramática do crescimento e do desenvolvimento de planta e causar a grande perda de produtividade. A adaptação de plantas a ambientes adversos, ou situações sob fatores ambientais sub-ótimos, envolve a adaptação a estresses múltiplos, com interações diretas e indiretas. Assim, torna-se de grande importância a identificação e a caracterização de genótipos, bem como estudos sobre a interação e sobreposição de mecanismos, tanto do ponto de vista fisiológico quanto bioquímico e molecular (Larcher, 2004). O conhecimento dos mecanismos genéticos envolvidos na resposta ao estresse hídrico é importante, pois permite a identificação dos genes expressos nessas condições e a manipulação dessas informações para a obtenção de cultivares mais tolerantes à seca. A elucidação destes mecanismos facilitará, por certo, o processo de geração de novos materiais genéticos, além de contribuir para o desenvolvimento de técnicas de seleção capazes de reduzir o tempo e o trabalho para avaliação de fontes genéticas de tolerância a estresses abióticos de seca.

As respostas morfológicas, fisiológicas e moleculares das plantas submetidas ao estresse hídrico podem ser complexas, e dependem do genótipo e do estágio de desenvolvimento da planta, além da duração, severidade e natureza do estresse. A sua sobrevivência depende, principalmente, da velocidade de resposta aos acúmulos externos (Vidal et al., 2005).

Sob condição de estresse hídrico do solo, a planta pode diminuir a perda de água por meio da redução da abertura estomática, a qual induzirá menor absorção de CO₂, gerando efeitos negativos sobre a taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, reflexos indesejáveis sobre o vigor e a altura da planta,

fertilidade do grão de pólen e produtividade, dentre outros (Bota et al., 2004). Para Nguyen et al. (1997), os mecanismos fisiológicos de tolerância à seca estão relacionados ao uso moderado da água pela planta, redução da área foliar, controle da perda de água pelas folhas e habilidade das raízes em explorar camadas mais profundas do solo. Tais respostas envolvem maior relação entre raiz e parte aérea, diminuição do volume das células, aumento da concentração do protoplasto, diminuição do tamanho das folhas, dissipação de energia da folha, ajuste osmótico mais eficiente, regulação estomática, acúmulo de metabólitos e resistência à desidratação das células (Larcher, 2004; Taiz e Zeiger, 2004; Kerbauy, 2004). Entretanto, Fukai e Cooper (1995) destacam a menor existência de cera cuticular no arroz como fator limitante à economia de água pelas folhas desta cultura.

1.3 A água no sistema solo-planta-atmosfera

A água é uma das mais importantes substâncias do nosso planeta, de onde a vida evoluiu. As plantas adaptaram-se às mais diversas condições terrestres, desenvolvendo mecanismos morfofisiológicos que possibilitassem essa adaptação, até mesmo em ambientes com baixas condições hídricas. A importância de se estudar as relações entre a água, o solo, as plantas e a atmosfera, se deve à diversidade de funções bioquímicas, fisiológicas e ecológicas que a mesma exerce sobre o meio e sobre as plantas.

Para extrair os nutrientes do solo necessários ao seu desenvolvimento, as plantas precisam de certa quantidade de água, a qual serve como veículo de transporte destes e de fotoassimilados. Através da transpiração, a água atua na refrigeração das folhas, além de apresentar outras funções, tais como participar ativamente do metabolismo vegetal e da composição e atividade da microbiota do solo (Klar, 1991).

No solo a água não é estática, mas dinâmica, movimentando-se em função do gradiente potencial entre dois pontos quaisquer (energia). O estado de energia da água é uma característica de grande importância para estudo das taxas de movimento da mesma, no solo, na planta e na atmosfera. Um corpo tende a deslocar-se de um local com maior estado de energia para um local de menor

estado de energia. A lei geral da natureza é a de os corpos ocuparem um estado mínimo de energia. Sendo assim, um corpo lançado dentro do campo gravitacional tende a cair em direção ao centro da Terra (Reichardt, 1990). Para definir o estado de energia da água em determinado ponto do solo, é necessário considerar vários componentes de força como gravitacional, de pressão, osmótica, matricial, etc., e fazer um somatório desses. Não considerando forças externas atuando sobre o meio, a água pura, sem sais e sem partículas, tem seu potencial máximo igual a zero, pois não há forças negativas ou positivas atuando, sendo este valor, o potencial de referência da água (Klar, 1991).

A água é retida no solo através dos espaços porosos, ou seja, aqueles locais onde não se encontram partes minerais ou orgânicas. A quantidade e a sua taxa de movimento no solo dependem em grande parte de características físicas como textura, estrutura e porosidade ou até mesmo de características químicas. Solos argilosos, ou aqueles com alto conteúdo de húmus, possuem grande capacidade de retenção de água devido aos micro-espaços de retenção chamados de *microporos*, e/ou por causa da alta superfície coloidal do solo. Por outro lado, solos arenosos possuem grande capacidade de infiltração, devido à quantidade de macroporos, apresentando, porém, baixa capacidade de retenção.

A água no solo disponível às plantas representa a quantidade que o mesmo pode reter ou armazenar entre a *capacidade de campo* e o *ponto de murchamento* (Bernardo et al. 2006).

A capacidade de campo é o conteúdo de água em um solo depois de ter sido saturado com água e de ocorrido a drenagem do excesso (Taiz e Zeiger, 2004); também pode ser definida como o período após a saturação do solo em que a água gravitacional é escoada, ficando o máximo de água que o solo pode reter (Reichardt, 1990).

O ponto de murchamento corresponde ao momento em que o fenômeno de retenção de água no solo não pode mais ser explicado pela ação da força capilar ou de tensão superficial, ou ainda, teor de umidade no solo em que a planta não consegue mais retirar água na mesma intensidade que transpira (Bernardo et al. 2006).

Em solos muito secos, o potencial hídrico pode cair abaixo do que se chama *ponto de murcha permanente*, quando o potencial hídrico do solo é tão baixo que as plantas não conseguem recuperar a pressão de turgor, mesmo cessando

toda a perda de água por transpiração (Taiz e Zeiger, 2004). Isto significa que o potencial hídrico do solo é igual ou menor que o potencial osmótico da célula da raiz. Em alguns casos a água está tão presa ao solo devido às forças de retenção que as plantas não conseguem extraí-la. O ponto de murcha permanente também depende da espécie vegetal. As plantas absorvem água do solo através das raízes quando estas apresentarem potencial hídrico menor que o do solo (Larcher, 2000).

Essa água movimenta-se por toda a planta, sendo a maior parte perdida para a atmosfera na forma de vapor, no processo conhecido como *transpiração*. Entre os recursos que a planta necessita para crescer e se desenvolver, a água é o mais abundante e também o mais limitante (Kerbauy, 2004).

Para a eficiente absorção de água pelas raízes é necessário haver o contato íntimo entre sua superfície e o solo, o qual é aumentado significativamente pela presença de extensões microscópicas das células da epiderme radicular, chamadas de *pêlos radiculares*. Quando as plantas absorvem a solução do solo, este fica esgotado de água junto à superfície das raízes, reduzindo o potencial hídrico nesse local, estabelecendo, assim, um gradiente de tensão em relação às regiões vizinhas. Quando os espaços porosos do solo estão preenchidos com água, e a planta a retira das regiões próximas da raiz, cria-se um fluxo hídrico através desses canais chamado *condutividade hidráulica do solo*, causado pela força de coesão das moléculas de água, propiciando a reposição hídrica próxima a essas regiões (Taiz e Zeiger, 2004).

A entrada da água na planta através da superfície radicular não é um processo ativo, não envolvendo, portanto, gasto de energia, por tratar-se de processo osmótico, ou seja, seu caminhamento do meio menos concentrado para o meio mais concentrado em solutos (Raven et al. 2004). Quando a água e os elementos minerais chegam à camada mais interna da raiz (*endoderme*), encontram uma barreira de células impregnadas com uma substância cerosa e hidrofóbica, chamada *estrias de Caspary*. Tal barreira quebra a continuidade da entrada dos sais em direção ao xilema da raiz, fazendo com que estes sejam selecionados e cruzem a endoderme via membrana plasmática, com gasto de energia metabólica. Já a água entra passivamente para esta região, sem gasto de energia (Taiz e Zeiger, 2004).

Após a passagem pela endoderme, a água chega ao cilindro central da raiz, entrando nos elementos traqueais ou vasos condutores, xilema e floema,

principalmente no primeiro, por onde é distribuída para toda a planta, sem gasto de energia, por meio das forças de *tensão-adesão-coesão*, a seguir descritas:

Tensão: causada pela retirada de moléculas de água pela atmosfera, através de aberturas naturais chamadas estômatos.

Adesão: causada pela ação de cargas diferentes encontradas nas moléculas da água e da superfície interna do xilema. Essa força reduz a perda de água em excesso para a atmosfera.

Coesão: ocasionada pela ação da bipolaridade da água (H^+ e O^-), gerando a tensão e permitindo que não haja a quebra da coluna de água.

1.4 Mecanismos de sobrevivência à seca

Ao longo de sua evolução, as plantas desenvolveram mecanismos de adaptação, possibilitando certas espécies fixarem-se em ambientes estressantes de seca, absorvendo água do solo em condições onde outras espécies não conseguiriam absorvê-la e utilizá-la de forma mais eficiente. Dentre esses mecanismos destacam-se alguns como:

Fechamento estomático: quando as raízes das plantas percebem a deficiência hídrica no solo, uma das primeiras respostas é fechamento estomático, causando a redução da evapotranspiração. As respostas estomáticas à desidratação foliar podem apresentar ampla variação inter e intraespecífica (Taiz e Zeiger, 2004).

Absorção mais eficiente de água: algumas espécies de plantas desenvolveram um sistema radicular bastante profundo e/ou denso, o que possibilita buscar água em regiões mais profundas do solo (Larcher, 2000), como é o caso de muitas espécies da caatinga e do cerrado. Outras, porém, conseguem sintetizar sais em suas raízes, criando potencial osmótico menor, aumentando, assim, a possibilidade de entrada de água.

Aumento da espessura da cutícula: na maioria das plantas, as células epidérmicas são cobertas por uma camada praticamente impermeável à água, denominada cutícula (Ferri 1985). Quando a cutícula é espessa, a perda de água ocorre quase exclusivamente pelos estômatos. As plantas ao serem submetidas a *deficit* hídrico podem tornar a cutícula mais espessa, reduzindo, assim, a perda de

água para a atmosfera, o que pode ser reforçado pelo fechamento estomático devido à ação do fitormônio ácido abscísico (ABA).

Redução da área foliar: com o estresse de seca, o teor de água na planta diminui, resultando em pressão de turgor menor, e na subsequente maior concentração de solutos nas células, o que dificulta a perda de água (Taiz e Zeiger, 2004), pois nesta condição existe um potencial osmótico menor. Esse ajuste osmótico nas células auxilia na manutenção do balanço hídrico na planta. As mesmas podem ainda promover a abscisão foliar, devido à síntese do fitormônio etileno, reduzindo a sua superfície transpirante.

Reserva de água: algumas espécies de plantas desenvolveram meios para estocar água, em órgãos como caules, raízes, bulbos e outros, e utilizá-la quando houver maior demanda na planta e *deficit* hídrico no solo.

Melhor utilização da água: plantas com mecanismo fotossintético C4 e MAC apresentam melhor controle transpiratório, reduzindo, consideravelmente, a perda de água para a atmosfera.

1.5 A importância de caracteres fenotípicos no melhoramento de plantas

A prática de seleção como processo empírico baseado na percepção de certas diferenças entre as plantas é processo muito antigo, tendo sido aperfeiçoado ao longo do tempo (Bueno et al., 2006). Essas seleções eram baseadas nas divergências genotípicas, expressas fenotipicamente. Atualmente, com o aporte da biologia molecular nas técnicas de melhoramento de plantas, vêm se obtendo resultados cada vez mais satisfatórios.

Na última década, a produção agrícola brasileira teve enorme impulso, verificando-se o aumento da produção de grãos em 100%, enquanto a área plantada cresceu apenas 12%. Isto é resultado da crescente utilização de tecnologias modernas, sobretudo àquelas associadas a programas de melhoramento de plantas, gerando variedades mais adaptadas às mais diversas condições de ambiente e de cultivo e aos diferentes solos existentes no Brasil (Aragão, 2004).

Qualquer forma de melhoramento genético de plantas visa gerar variedades que permitam a máxima obtenção do produto final, colhido e processado

segundo as exigências de mercado, e com mínimo de custo unitário. Todos os outros objetivos são intermediários e subjacentes a estes, podendo mudar segundo as condições ambientais, sócio-econômicas e até políticas (Borém, 1998). Todo programa de melhoramento genético passa por várias etapas, antes de chegar a variedade comercial, tais como geração de variabilidade genética, condução das populações, seleção individual de plantas, avaliação de progênies, testes comparativos com variedades tradicionais e lançamento como nova variedade (Aguilar, 2005; Borém, 1998).

Fatores como condições edafoclimáticas, práticas culturais, ocorrência de patógenos, dentre outros, afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas sendo, coletivamente, denominados 'ambiente', ou seja, fatores de origem não-genética que afetam o desenvolvimento das plantas (Borém, 1998). O conhecimento da participação do ambiente na manifestação do fenótipo proporciona a otimização da seleção, permitindo a escolha de genótipos superiores sob qualquer condição (Marchioro et al., 2005).

A seleção de genótipos bem adaptados e com alta produtividade, em diferentes tipos de ambientes, é um dos objetivos do melhoramento de plantas. No entanto, esta seleção poder ser prejudicada pela interação genótipo x ambiente, resultando em comportamento variável dos materiais cultivados (Bueno et al., 2006). O número de caracteres avaliados pelo melhorista é grande e variado, dependendo dos diversos tipos de cultura e do ambiente. Em diversos programas de melhoramento, a seleção de indivíduos é realizada fenotipicamente, sendo os genótipos selecionados de acordo com caracteres de interesse agrônomo, expressos no fenótipo.

Colocar em disponibilidade genótipos produtivos e com características de tolerância a estresses abióticos, especialmente quanto à deficiência hídrica, é desafio contínuo para os programas de melhoramento, pois a seca é a maior fonte de instabilidade do rendimento de grãos em áreas mais sujeitas a tal condição (Lazar et al., 1995). Zou et al. (2007) destacam a importância do melhoramento para condições onde o fator limitante seja a água. Entretanto, o desenvolvimento de cultivares de arroz de *terras altas* resistentes à seca ainda não tem sido bem sucedido, apesar dos esforços realizados por pesquisadores de diferentes países, basicamente em função da diversidade de ambientes de cultivo desta cultura, das interações complexas entre genótipos e ambientes, da complexidade da base

fisiológica para tolerância à seca e das dificuldades em se determinar os critérios apropriados para basear a criação de novos materiais. Para Nguyen et al. (1997), o maior desafio dos programas de melhoramento de arroz de *terras altas* é a promoção da estabilidade da produção, mesmo sob déficit hídrico.

A busca por cultivares de arroz melhor adaptadas à condição de estresse hídrico, através do melhoramento de plantas para resistência da seca, é reconhecida como estratégia promissora e a mais eficiente para aliviar a insegurança alimentar causada pela seca e pela escassez de água (Huang et al., 2007). Entretanto, até o momento, menor sucesso tem sido conseguido na melhoria da resistência ao estresse em vista de a maioria dos traços relativos à resistência a tal estresse possuírem base genética complexa, controlada e influenciada pela expressão diferencial de uma rede de genes (Shinozaki e Yamaguchi-Shinozaki, 2007).

Conforme Fukai e Cooper (1995), ao se avaliar a utilidade dos caracteres para aumentar o rendimento de grãos, destaca-se a importância do desenvolvimento fenológico sob circunstâncias ocasionadas pelo estresse no efeito do rendimento de grãos. O conhecimento dos fatores envolvidos na tolerância à seca e das respostas das plantas a esse tipo de estresse fornece informações essenciais para a obtenção de cultivares mais tolerantes. Toker e Çagırgan (1998) estudando a cultura do grão-de-bico sob estresse, constatam a necessidade de se estudar outros mecanismos de tolerância à seca em materiais genéticos superiores com capacidade de rendimento mais elevado para o desenvolvimento de cultivares tolerantes a esta condição.

Dentre os caracteres morfofisiológicos e produtivos expressos na cultura do arroz submetido ao estresse causado pela deficiência de água, destacam-se aqueles que podem ser utilizados em programas de melhoramento na diferenciação entre genótipos, sendo abaixo relacionados:

- *Caracteres morfofisiológicos:*

a) *Temperatura foliar:* o estresse promovido por temperaturas elevadas pode ocasionar inúmeras alterações bioquímicas e metabólicas na célula, incluindo inativação enzimática em diversas vias metabólicas, redução da atividade fotossintética no cloroplasto e diminuição da fosforilação oxidativa na mitocôndria (Araújo et al., 1998). A planta perde para o meio externo, através dos poros

estomáticos, a maior parte da água que é absorvida, liberando energia em forma de calor, regulando, assim, a sua temperatura interna. Cada poro é formado por um par de células esclerenquimáticas especializadas, denominadas células-guarda, responsáveis pela regulação do tamanho da abertura (Raven et al., 2001; Taiz e Zeiger, 2004). O impacto provocado por altas temperaturas em processos complexos, como a fotossíntese e respiração, é dependente dos genótipos das plantas e condições de cultivo (Chaisompongpan et al., 1990), podendo haver aumento ou diminuição da sua eficiência em determinada situação. Apesar de não ter sido ainda totalmente elucidado o possível papel bioquímico de algumas proteínas de choque térmico, numerosas evidências apontam para a existência de correlação entre a presença destas e o desenvolvimento de termo-tolerância em diversas espécies de plantas. Para Jagadish et al. (2007), altas temperaturas ocasionam a redução da produtividade do arroz em virtude de induzirem o aumento da esterilidade das espiguetas.

b) Número de dias até a floração: diversos estudos acerca da interferência do estresse hídrico no período de floração de algumas gramíneas têm sido realizados mais recentemente. Durães et al. (2004), relatam que o intervalo de floração entre o surgimento da inflorescência masculina e da inflorescência feminina em milho é tido como característica determinante de genótipos para a tolerância à seca, ou seja, plantas sob condição de seca que apresentem menores intervalos de floração apresentam maior número de espigas e maior índice de colheita. Lanceras et al. (2004) ao avaliarem população submetida a estresse hídrico proveniente do cruzamento entre duas linhagens de arroz tolerantes à seca quanto a diversos componentes de produção, detectaram alta correlação negativa entre dias até a floração e produção de grãos, indicando que as linhagens com florescimento tardio sofreram mais com o estresse. Conforme Xu et al. (2005) e Larcher (2004), o período do florescimento pode ser usado como mecanismo de escape à seca, com as plantas acelerando o florescimento e enchendo os grãos antes que o estresse se torne muito severo. A correlação entre floração e produção pode ser dependente da maior capacidade da planta em direcionar os fotoassimilados para o enchimento precoce dos grãos, característica relacionada à floração mais precoce.

c) *Altura da planta*: segundo Lafitte et al. (2006), plantas de arroz sob estresse apresentam porte relativamente menor e mais variável entre genótipos quando comparadas àquelas cultivadas sem estresse hídrico. Tal observação pode ser atribuída à capacidade de cada genótipo em produzir e acumular mais ou menos fotoassimilados a serem convertidos em matéria seca e altura de planta, expressando-se de forma divergente sob situação de limitada disponibilidade hídrica.

- *Caracteres relacionados à produção*:

a) *Esterilidade das espiguetas*: as espiguetas são formadas por dois pares de brácteas ou glumas, as quais envolvem a flor do arroz e constituem a casca, após a formação do grão. O par inferior é rudimentar, sendo suas glumas denominadas lemas estéreis. As glumas do par superior denominam-se lema e pálea, podendo, ambas, apresentarem extensão filiforme, denominada arista. As espiguetas ligam-se a ramificações das panículas por meio de pedicelos curtos. Segundo Lafitte (2002), a esterilidade ou fertilidade das espiguetas é importante componente de produção na cultura do arroz sob deficiência de água, existindo correlação negativa entre esterilidade das espiguetas e produtividade, em plantas de arroz sob estresse hídrico. Nesta condição, a capacidade de produzir fotoassimilados e exportá-los para o enchimento de grão é variável entre genótipos.

b) *Peso de grãos*: conforme Prasertsak e Fukai (1997), o peso de grãos é característica variável entre genótipos e até mesmo dentro do genótipo, dependendo da condição do ambiente, principalmente sob *deficit* hídrico. As plantas sob estresse de seca têm dificuldades para transportar fotoassimilados da fonte para os drenos. Crusciol et al. (2001), ressaltam que o peso do grão é caráter varietal estável, dependente das translocações de carboidratos, nos primeiros sete dias, para preencher a casca no sentido do seu comprimento, e nos sete dias posteriores, no sentido de largura e espessura, e que a menor produtividade observada no cultivo de sequeiro sob estresse hídrico pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo a redução do peso de grãos.

c) *Número de perfilhos/m²*: os perfilhos primários originam-se na base das folhas de cada nó não alongado, do colmo principal, durante o crescimento

vegetativo. Estes, por sua vez, dão origem aos perfilhos secundários, os quais, por fim, darão origem aos terciários. O perfilhamento das plantas de arroz começa no estágio de quatro a cinco folhas, observando-se sincronismo de emergência de folhas, perfilhos e raízes, sendo a capacidade de perfilhamento característica variável entre genótipos. Os perfilhos dependem dos nutrientes do colmo principal, ficando independentes dele quando já possuem três folhas. De acordo com Guimarães et al. (2002), espaçamento, intensidade luminosa, disponibilidade de nutrientes, sistema de plantio, dentre outros fatores, afetam o perfilhamento.

d) *Número de panículas/m²*: segundo Guimarães et al. (2002), a inflorescência do arroz é chamada de panícula, localizando-se sobre o último entrenó do caule. Essa estrutura abriga as flores e, posteriormente, as espiguetas. Dependendo do tipo e intensidade de estresse a que a cultura pode ser submetida na fase de seu desenvolvimento reprodutivo, as panículas não completam seu desenvolvimento. O número de panículas por área é característica relativa à produção sujeita a ser influenciada pelo estresse hídrico, dependendo da sua intensidade e do genótipo, podendo ocasionar o sintoma conhecido como 'panícula branca'.

1.6 Uso do índice de susceptibilidade à seca

O desenvolvimento de novos genótipos de arroz adaptados às condições edafoclimáticas estressantes não é tarefa fácil, uma vez que a seleção de alguns caracteres de importância agrônômica podem influenciar em outros caracteres indesejáveis. De acordo com Ouk et al. (2006), muitos programas de melhoramento de plantas consideram o rendimento de grãos como critério principal para a seleção nestes ambientes. Entretanto, genótipo que produza o rendimento elevado em experimentos de criação de genótipos, quando exposto às condições de seca, poderia não possuir, necessariamente, traços para tolerância à seca.

Fisher e Maurer (1978), estudando a cultura do trigo sob estresse hídrico, desenvolveram modelo matemático para estimar o rendimento de grãos em ambiente com estresse hídrico. Esse modelo leva em consideração o rendimento de

grãos sem tal estresse e a intensidade do mesmo, assegurando, assim, que os genótipos selecionados terão traços para a tolerância a seca.

Lazar et al. (1995), avaliando a possibilidade de haver divergência entre genótipos de trigo submetidos à seca, utilizaram, de forma diferenciada, o ISS proposto por Fisher e Maurer (1978). Esses autores constataram ter havido diferenças entre os materiais com relação à susceptibilidade sob esta circunstância, evidenciando a utilidade desse método na identificação de mecanismos úteis para a tolerância à seca em trigo, quando inexistirem caracteres que possam ser utilizados em programas de seleção.

O ISS foi utilizado por Pantuwan et al. (2002b), para avaliar resultados obtidos em genótipos de arroz na Tailândia. Esses autores encontraram diferenças entre valores deste índice em ambientes sob intensidades variadas de estresse hídrico, em função das diferenças genotípicas existentes. Os mesmos autores destacam que o ISS pode ser utilizado para identificar genótipos resistentes para diferentes ambientes, mas esta identificação poderá não ser superior em outros ambientes.

O ISS também foi utilizado para avaliar o efeito de genótipos de feijão em ambientes com e sem estresse de seca, verificaram que o índice de susceptibilidade a seca apresentou correlação positiva com o percentual de redução na produção, e que o material genético selecionado pode ser utilizado em programas de melhoramento visando resistência à seca em feijão comum (Terán e Singh, 2002).

Vale ressaltar a importância de utilizar esse índice em programas de seleção de genótipos sob situação de déficit hídrico, não só em arroz, mas em diversas outras culturas que demandam a obtenção de materiais mais tolerantes a essas condições e que apresentem, também, altos índices de produtividade, pois não basta apresentar bom índice, se a produtividade for baixa.

Esse índice foi utilizado também para avaliar linhagens de grão-de-bico sob situações de estresse de seca e condição normal de irrigação, constando que, quando as linhagens desta espécie foram cultivadas sob condição de estresse, as correlações encontradas entre o ISS e os caracteres rendimento de grãos, rendimento de biomassa e altura da planta foram significativamente negativas. Isso pode indicar que este índice seria mais eficaz do que a seleção direta, tomando como base a produtividade sob ambientes de estresse por deficiência hídrica (Toker e Çargirgan, 1998).

A fórmula utilizada para se calcular o esse índice pode ser expressa da seguinte forma:

$$ISS = [1 - (Y_{ce}/Y_{se})]/IE,$$

onde, Y_{ce} = produtividade do genótipo com estresse, Y_{se} = produtividade do genótipo sem estresse e IE a intensidade do estresse aplicado.

A intensidade do estresse de seca pode ser avaliada utilizando a fórmula:

$$IE = 1 - (M_{ce}/M_{se}),$$

onde, M_{ce} = média do tratamento sob estresse e M_{se} = média do tratamento sem estresse.

1.7 Coleção nuclear e diversidade genética

As coleções de germoplasma foram estabelecidas para preservar a diversidade genética existente, antes que muito dessa diversidade fosse perdida definitivamente (Oliveira, 2007). A Embrapa possui uma grande coleção de germoplasma de arroz, e, de acordo com Abadie et al. (2005), situa-se em torno de dez mil acessos coletados, em sua maioria, no Brasil, Colômbia, Filipinas, Sri Lanka, e em outros países, durante as últimas décadas. Após diversos trabalhos e estudos, realizados por pesquisadores do Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (EMBRAPA-CENARGEN) e do Centro Nacional de Pesquisas com Arroz e Feijão (EMBRAPA-CNPAF), na busca por coleção divergente e representativa de materiais destinados a terras altas, chegou-se a um grupo formado por quinhentos e quarenta e oito acessos de arroz. Este grupo era formado pelas subespécies *indica*, *japônica* e cruzamentos entre ambas, havendo, porém, o intuito de formar uma coleção de acessos destinados a terras altas, ou seja, apenas do grupo *japônica*. Foram realizados, então, diversos estudos de genotipagem, obtendo-se coleção formada por quatrocentos e oitenta e cinco acessos de arroz apenas do grupo *japônica*, podendo ser encontrados em trabalho realizado por Pessoa-Filho et al. (2007).

Todavia, segundo Rangel et al. (1996), muitas das variedades cultivadas no Brasil são geneticamente aparentadas. Trabalhar com essa quantidade de acessos (485) em experimentos de campo torna-se muito difícil, devido às

consideráveis variações ambientais, podendo aumentar o erro experimental, e conseqüente indução de conclusões errôneas. Tendo em vista esse possível entrave, foi idealizada coleção de acessos, a partir desse grupo, formada apenas por materiais da subespécie *japonica*, intitulada “coleção nuclear”.

Tal coleção foi formada por meio de genotipagem, chegando a um grupo constituído por oitenta e sete acessos, os quais representam aproximadamente 85% da riqueza alélica da coleção anterior formada pelos 485 acessos anteriormente descritos. Com essa nova coleção nuclear foi possível trabalhar de forma mais eficiente, minimizando o erro experimental, e com grande representatividade genética.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Descrição da Área Experimental

O experimento foi desenvolvido entre os meses de junho a dezembro de 2007, na Estação Experimental pertencente à Universidade Federal do Tocantins (UFT) no *Campus* Universitário de Gurupi – TO, situada a aproximadamente 0803579 m de longitude a Oeste de Greenwich e 9471660 m de latitude Sul e com altitude média de 287 m. Caracteriza-se, climaticamente, por temperatura média anual em torno de 26°C, umidade relativa do ar de 68,5% e precipitação média anual em torno de 1400 mm (Seagro, 2007). Os dados climatológicos, de temperaturas máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação, ocorridos durante a condução do experimento, coletados na estação meteorológica do INMET (localizada a aproximadamente 500 m de distância do local do experimento), podem ser encontrados na figura 1.

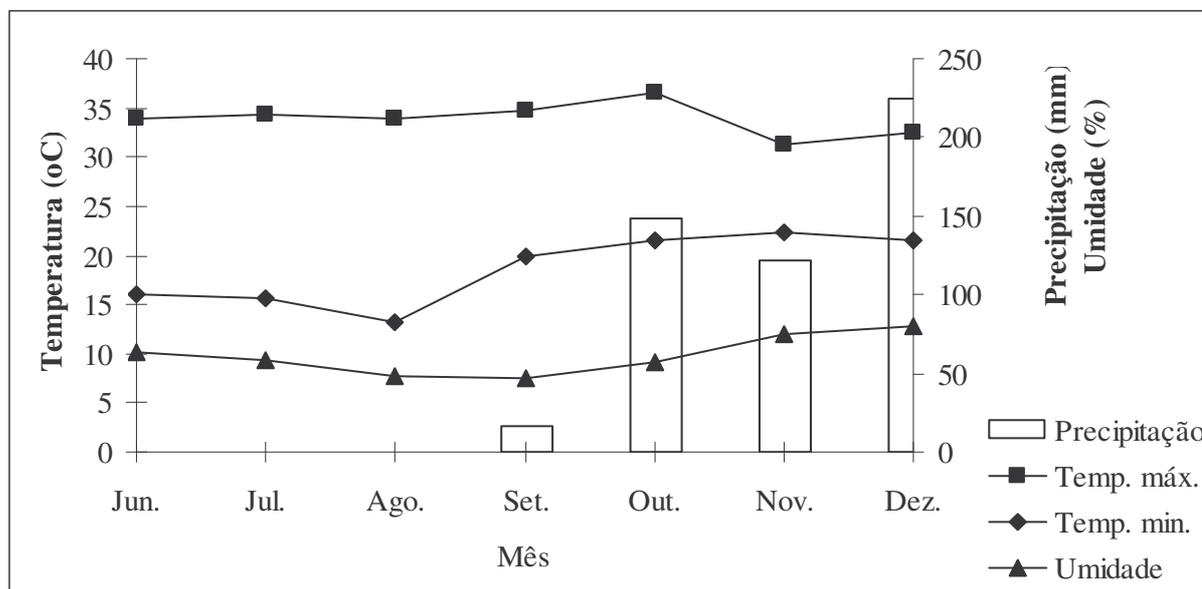


Figura 1: Temperaturas máxima (Temp. máx.) e mínima (Temp. mín.) em (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) durante o período de junho a dezembro de 2007, na cidade de Gurupi, Tocantins.

Fonte: INMET, 2008.

2.2 Adubações

O solo do local é Latossolo Amarelo distrófico com textura arenosa. A área do experimento era formada por vegetação típica do cerrado, com pequenas árvores, arbustos e gramíneas, onde, por volta dos noventa dias antes do plantio, efetuou-se a derrubada. A fertilidade natural desse solo, de acordo com a análise, apresentou-se relativamente baixa, conforme a tabela 1, havendo, na ocasião do plantio, a necessidade de utilizar adubação suplementar.

Tabela 1: Resultados da análise de solo da área experimental, realizada em fevereiro de 2007

Análise de solo												
cmol dm ⁻³					mg dm ⁻³ (ppm)		(%)		g kg ⁻¹			
Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(mel)	Mat.Org.	pH	Areia	Silte	Argila	
2,36	0,38	0,25	2,3	0,097	38	0,3	4,75	5,5	562,5	127,5	310	

Aos oitenta dias antes do plantio foi realizada calagem por meio da aplicação de calcário dolomítico, buscando elevar o pH conforme indicado por Ribeiro et al, (1999) para a cultura do arroz de sequeiro. A adubação de plantio foi feita utilizando-se NPK mais Zn, nas proporções de 12, 90, 48 e 20 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O e sulfato de zinco, respectivamente. A semeadura foi realizada em sistema de plantio convencional com duas gradagens pesadas e uma leve ou niveladora. As adubações de cobertura foram realizadas a lanço, a primeira aos vinte (20) dias após a emergência das plantas de arroz e a segunda aos noventa (90) dias após a emergência, aplicando-se 45 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia.

2.3 Desenho Experimental

Para que fosse possível trabalhar com o delineamento experimental do tipo Látice, foram incrementados à coleção nuclear mais treze acessos (tabela 1), formando delineamento 10 x 10. Utilizou-se esse modelo experimental devido a um grande número de tratamentos ou genótipos, e por causa da preocupação de se evitar que a heterogeneidade do ambiente possa prejudicar a precisão do

experimento (Centeno, 1990). O delineamento experimental utilizado foi o de Látice triplo 10 x 10. O tamanho das unidades experimentais ou parcelas foi de quatro linhas de 3 m de comprimento e espaçadas entre si por 0,35 m, com média de 80 sementes m⁻¹. Para as análises estatísticas dos resultados, optou-se por trabalhar com blocos ao acaso, pois esta é uma alternativa do delineamento em Látice. Tal fato foi devido à maioria das variáveis analisadas, terem apresentado eficiência do Látice menor que 120.

Tabela 2: Lista dos materiais avaliados, número do tratamento, código da coleção nuclear da Embrapa, e nome comum dos acessos.

Tratamento	Código	Nome dos acessos
1	CA780044	Cateto Seda
2	CA780059	Meruim
3	CA780158	Cajueiro Liso
4	CA780033	Enche Tulha
5	CA780170	Formosa
6	CA780202	Arroz Maranhão
7	CA780287	Paulista Dourado
8	CA780299	Meruim Ligeiro
9	CA780301	Maranhão (Verdadeiro)
10	CA780308	Amarelão Ligeiro
11	CA780217	Puteca
12	CA780329	Comum Crioulo
13	CA780336	Pratão Goiano
14	CA780261	Prata Branco
15	CA790032	Palha Murcha
16	CA780281	Cano Roxo
17	CA790282	Chatão Vermelho
18	CA790301	Ligeiro
19	CA780295	Santo Américo
20	CA790328	Vermelho
21	CA780324	Cacho Duplo
22	CA790346	Neném
23	CA800068	Amarelão/Douradão
24	CA800081	Brejeiro/Nenezinho
25	CA800082	Brejeiro
26	CA800091	Quebra Cacho
27	CA800127	Bico de Rola
28	CA790337	Meruim Branco
29	CA800020	Douradão/Amarelão
30	CA800034	Iguape sem Aresta
31	CA800150	Vermelhão
32	CA810050	Samambaia Amarelo
33	CA810038	Samambaia
34	CA820069	Paulista
35	CA820103	Arroz Carolino
36	CA830133	Arroz Catetão
37	CA840023	Gergelim

Continua...

...continuação.

Tratamento	Código	Nome dos acessos
38	CA840049	Arroz do Sul
39	CA860089	Arroz Branco do Bico Preto
40	CA870050	Branco 4 Meses
41	CA840058	Arroz Cabeludo
42	CA870056	Carioca/Rabo de Carneiro
43	CA840148	Fundo Roxo
44	CA870078	Meses Branco/3 Meses Amar.
45	CA870092	Branquinho
46	CA870109	4 Meses Antigo
47	CA870139	Noventinha
48	CA870152	Carolina
49	CA870175	Arroz do Maranhão
50	CA870177	Arroz Roxo ou Caqui
51	CA880010	Legítimo
52	CA880053	Bico Ganga Cana Roxa
53	CNA0005659	Arroz Ligeiro
54	CA880093	Arroz Periquito
55	CA870064	Arroz Santa Inês
56	CA880081	Catetão
57	CA980023	Arroz Canela de Ferro
58	CNA0000027	Agulha Esav
59	CNA0000937	Catalão
60	CNA0001420	Carreon
61	CNA0004487	Makouta
62	CNA0005667	Beira Campo Dourado
63	CNA0004623	Pico Negro
64	CNA4762	Cna4762
65	CA800143	Agulhinha Tardio
66	CA790241	Muruim Branco
67	CA790359	Toró Vermelho
68	CA800015	Douradão
69	CA800178	Arroz Agulhinha
70	CA870068	Arroz Comprido
71	CA940003	Japonês
72	CA970012	Agulhinha Vermelho
73	CA980005	Arroz Toro Graúdo
74	CA980008	Arroz Agulha
75	CA980029	Arroz Pindare
76	CNA0002878	Rexoro
77	CNA0003275	64 Dias
78	CNA0003487	Lambari
79	ZENITH	Zenith
80	CNA0004510	Piedad
81	CNA0008429	Agulhinha Ipameri
82	CA960008	Caiana Grande
83	CA790238	Jatobá
84	CA780357	Araçatuba
85	CA790176	Buriti Vermelho
86	CNA0003056	Tapuripa
87	BRS CURINGA	Brs Curinga
88	BRS PEPITA	Brs Pepita

Continua...

...continuação.

Tratamento	Código	Nome dos acessos
89	BRS MONARCA	Brs Monarca
90	BRS SERTANEJA	Brs Sertaneja
91	BICO GANGA CURTO	Bico Ganga Curto
92	BRS PRIMAVERA	Brs Primavera
93	CHORINHO	Chorinho
94	BRA02601	Bra02601
95	BRA01506	Bra01506
96	BRA02535	Bra02535
97	BRA042156	Bra042156
98	BRA042160	Bra042160
99	BRA032051	Bra032051
100	BRA032033	Bra032033

2.4 Irrigações

A lâmina de água foi fornecida sem distinção entre os tratamentos até os trinta e cinco dias após a emergência, utilizando-se sistema de irrigação formado por conjunto auto-propelido e carrinho com barras laterais, onde nessas encontravam-se na saída dos bicos dissipadores, válvulas reguladoras de pressão, com a finalidade de se ter lâmina de água constante e homogênea durante a aplicação. Após esse período, foi fornecida para o tratamento com estresse aproximadamente a metade da lâmina de água fornecida no tratamento sem estresse, aplicando assim, lâminas de água no tratamento com estresse, superiores à metade do sem estresse.

O turno de rega foi ajustado conforme a evapotranspiração da cultura, com o auxílio de tensiômetros localizados em locais estratégicos da área, cuja cápsula porosa dos mesmos se encontrava a 0,15 m de profundidade no solo. A tensão de água no solo utilizada no experimento foi de -0,035 MPa, conforme descrito por Stone et al. (1986), onde nessas condições, segundo os mesmos, não se havia redução na produção, ou seja, não havia estresse.

2.5 Controle químico

Foi aplicado em pré-emergência, por intermédio de pulverizador tratorizado, o herbicida Oxadiazon (Ronstar). Aos setenta dias após a emergência, aplicou-se mistura dos fungicidas tricyclazol (Bim 75) e trifloxistrobina + propiconazol (Stratego 250 EC) para controle do fungo *Pyricularia grisea*, causador da doença conhecida como bruzone, por meio de pulverizador costal motorizado.

2.6 Avaliações

Aos 25 dias após o início do estresse iniciaram-se as avaliações em ambos os ambientes. Foram realizadas medições na temperatura do dossel foliar com duas amostras por parcela em cada mensuração. Essas avaliações foram efetuadas com termômetro a laser da marca Raytek tipo Raynger ST, colocado a 10 cm do dossel foliar. Em cada tratamento, foram efetuadas cinco mensurações de temperatura do dossel foliar durante o ciclo de desenvolvimento das plantas. Estas eram realizadas antecedendo-se a irrigação, nos horários mais quentes do dia (entre 12:30 e 14:00 h) com a finalidade de se obter dados de temperatura do dossel foliar dos genótipos com o nível mais elevado de tensão de água no solo, tanto no tratamento com estresse como no tratamento sem estresse.

Rotineiramente (duas vezes por semana) foram anotados os respectivos inícios de floração de cada genótipo, considerando-se como o dia de início da floração da parcela como aquele em que a mesma se encontrava com 50% dos perfilhos com suas respectivas panículas formadas.

Antecedendo à colheita, foram avaliados, em 1 m linear de cada parcela, os caracteres relativos à produção (número de perfilhos e número de panículas). Foram coletadas, também em cada parcela, dez panículas com a finalidade de se obter o número de grãos cheios, o número de grãos vazios, e o peso de cem grãos. A pesagem dos grãos foi realizada em balança com precisão de 0,002 g. Com a quantidade de grãos cheios e vazios foi possível calcular o percentual de

esterilidade dos grãos ou espiguetas tanto no ambiente sem estresse como no ambiente com estresse. Utilizou-se, para tanto, a fórmula:

$$ES = (GV \times 100) \div TG,$$

onde ES = esterilidade das espiguetas, GV = número de grãos vazios e TG = número total de grãos.

Foram mensuradas ainda, na ocasião da colheita, dez plantas por parcela tomando como base o solo e o ápice da panícula com o intuito de saber a se houve diferenças de altura entre os genótipos nos diferentes ambientes.

As produções dos genótipos avaliados foram estimadas, a partir da colheita de grãos das duas linhas centrais de cada parcela, excluindo-se 0,5 m das extremidades de cada linha, totalizando-se área útil de colheita de 1,4 m².

Para tanto, utilizou-se o programa Genes (Cruz, 1998), da Universidade Federal de Viçosa, aplicando-se o teste de médias Scott-Knott, que agrupa os genótipos em grupos de médias e, para as análises das correlações, utilizou-se a Correlação de Pearson.

2.7 Índice de susceptibilidade à seca (ISS) e intensidade do estresse de seca

O índice de susceptibilidade a seca (ISS) foi calculado conforme Fischer e Maurer (1978), pois, de acordo com Pantuwan et al. (2002b), esse índice pode ser utilizado como meio para selecionar materiais superiores de arroz sob condição de estresse por deficiência hídrica, e que os genótipos selecionados podem conter traços morfofisiológicos que propiciem essa adaptabilidade. Com este objetivo, foi calculado o ISS para se ter noção das susceptibilidades e/ou possíveis tolerâncias à seca dos genótipos avaliados no presente trabalho.

A intensidade do estresse utilizada no experimento pode ser avaliada pela fórmula:

$$IE=1-(89,99/279,80),$$

onde 89,99 é a produtividade com estresse em m² e 279,80 a produtividade sem estresse em m². Sendo assim, a intensidade de estresse no atual experimento foi de: IE=0,678.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os caracteres fenotípicos são importantes meios de seleção de genótipos superiores para determinada condição em que se deseja criar novos materiais, principalmente sob condições edafoclimáticas estressantes. A tabela 3 apresenta a análise de variância para as variáveis temperatura do dossel foliar ($^{\circ}\text{C}$), número de dias da emergência até o florescimento, altura média das plantas, esterilidade das espiguetas e número de grãos por panícula.

Tabela 3: Análise de variância para as variáveis, temperatura do dossel foliar, dias após a emergência até a floração, altura, esterilidade das espiguetas e número de grãos por panícula

F.V.	G.L.	Q.M.				
		Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Floração	Altura	Esterilidade	N $^{\circ}$ de grãos/pan.
Bloco/Amb.	4	10,18919	137,88167	450,79	1,17068	0,12402
Blocos	2	15,15386	255,38167	618,045	1,34971	0,20625
Bloco x Amb.	2	5,22452	20,38167	283,535	0,99165	0,04179
Tratamento	99	2,07506 ^{ns}	1761,4464**	1469,906**	6,15673**	1,2577**
Ambientes	1	2527,81795**	47028,9067**	58450,14**	830,30312**	27,12946
Trat. x Amb.	99	2,14911 ^{ns}	99,9437**	106,25448**	1,22299**	0,13597
Resíduo	396	2,14264	31,29581	76,21593	0.80851	0,03606
CV (%)		3,96	4,6	3,47	6,45	7,18

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo pelo teste F

3.1 Temperatura

Nota-se que, apesar do baixo coeficiente de variação encontrado, não houve diferenças significativas para a variável temperatura do dossel foliar ($P > 0,05$) tanto no ambiente com estresse de seca como no ambiente sem estresse, ficando o uso dessa característica dificultado, como parâmetro de diferenciação entre os genótipos. Esses resultados estão em conformidade com aqueles relatados por Gomez et al. (2006), que não encontraram diferenças ($P > 0,05$) quanto a temperaturas do dossel foliar entre as cultivares de arroz Bala e Azucena, quando submetidas ao estresse hídrico. Maricle et al. (2007), estudando o efeito da deficiência hídrica e da salinidade em espécies de gramíneas, mostraram que a

perda do fluxo de calor latente diminuiu cerca de 65% sob a condição de diminuição de água no solo, induzindo ao aumento na temperatura da folha de até 4 °C. Estes autores mostraram, ainda, que o potencial de condutibilidade estomática diminuiu com a redução de água na folha, assim como a condutância ao vapor de água e CO₂ na folha, que diminuíram em 69% sob diminuição da água.

Observa-se na figura 2, que não existe correlação significativa ($r = 0,02$) entre as condições de cultivo utilizadas no experimento, podendo ser observados os nomes dos genótipos que se apresentaram com os valores extremos em ambas as condições. Tal fato leva a crer que a temperatura foliar do genótipo é independente do ambiente em que o mesmo se encontra.

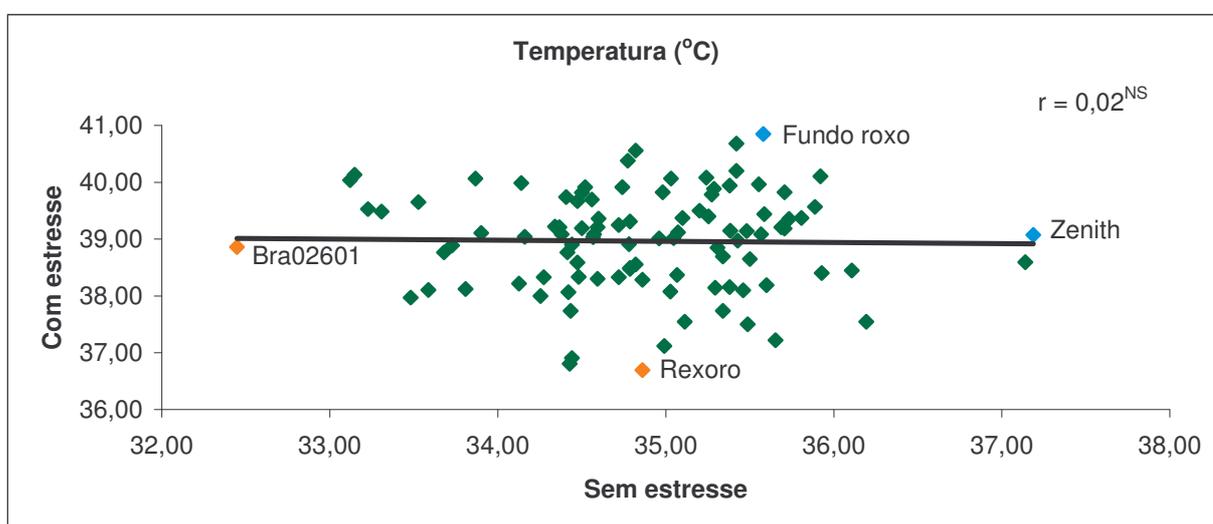


Figura 2: Distribuição dos genótipos quanto às temperaturas foliares (°C) sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se o extremos para cada ambiente.

Vale salientar que, segundo Jagadish et al. (2007), temperaturas elevadas podem ocasionar aumento na esterilidade das espiguetas.

Quando se compara a temperatura do dossel foliar entre os ambientes, nota-se, conforme a tabela 4, que existem diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os mesmos, podendo ser observado na tabela 4.

Tabela 4: Lista de genótipos, temperatura foliar (°C), dias da emergência até a floração e altura (cm), sem estresse (S.E.) e com estresse (C.E.)

Lista de Genótipos	Temperatura (oC)		Dias até a floração		Altura (cm)		Esterilidade (%)		N. de grãos por panícula											
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.										
Cateto Seda	34,60	Ba	39,36	Aa	92	Bh	117	Ae	115	Ad	96	Bd	34	Bc	73	Aa	134	Ac	74	Bd
Maruim	35,71	Ba	39,83	Aa	123	Bd	137	Ac	124	Ac	99	Bc	33	Bc	57	Ab	209	Aa	98	Bc
Cajueiro Liso	35,69	Ba	39,21	Aa	118	Bd	133	Ac	135	Ac	107	Bc	11	Be	31	Ac	148	Ac	77	Bc
Enche Tulha	34,14	Ba	39,99	Aa	121	Bd	138	Ac	151	Aa	113	Bc	37	Ac	56	Ab	134	Ac	76	Bc
Formosa	34,57	Ba	39,03	Aa	111	Bf	128	Ad	87	Ae	62	Be	6	Be	52	Ab	101	Ac	84	Ac
Arroz Maranhão	34,79	Ba	39,31	Aa	121	Bd	140	Ac	121	Ac	104	Bc	25	Bd	55	Ab	143	Ac	122	Ab
Paulista Dourado	35,50	Ba	38,65	Aa	85	Bi	99	Ag	100	Ae	90	Ad	33	Bc	55	Ab	105	Ac	60	Bd
Meruim Ligeiro	34,98	Ba	39,83	Aa	85	Bi	113	Af	97	Ae	89	Ad	27	Bd	54	Ab	125	Ac	79	Bc
Maranhão (Verdadeiro)	35,31	Ba	38,85	Aa	118	Bd	137	Ac	128	Ac	113	Bc	19	Be	46	Ab	169	Ab	131	Ba
Amarelão Ligeiro	34,72	Ba	38,33	Aa	83	Bi	100	Ag	103	Ad	84	Bd	27	Bd	63	Aa	105	Ac	55	Bd
Puteca	34,74	Ba	39,91	Aa	117	Be	132	Ad	121	Ac	99	Bc	24	Bd	60	Aa	128	Ac	81	Bc
Comum Crioulo	35,92	Ba	40,11	Aa	87	Bi	111	Af	110	Ad	86	Bd	23	Bd	72	Aa	144	Ac	53	Bd
Pratão Goiano	35,89	Ba	39,57	Aa	85	Bi	111	Af	110	Ad	90	Bd	22	Bd	69	Aa	119	Ac	62	Bd
Prata Branco	33,87	Ba	40,07	Aa	116	Be	137	Ac	131	Ac	117	Ab	21	Bd	39	Ac	160	Ab	102	Bc
Palha Murcha	33,15	Ba	40,13	Aa	122	Bd	138	Ac	126	Ac	112	Ac	14	Be	41	Ac	126	Ac	101	Ac
Cano Roxo	33,68	Ba	38,77	Aa	114	Be	135	Ac	130	Ac	107	Bc	14	Be	40	Ac	153	Ab	106	Bb
Chatão Vermelho	34,47	Ba	39,67	Aa	120	Bd	139	Ac	124	Ac	105	Bc	19	Be	39	Ac	114	Ac	82	Ac
Ligeiro	34,44	Ba	36,91	Aa	95	Bh	121	Ae	109	Ad	106	Ac	44	Ab	39	Ac	118	Ac	131	Aa
Santo Américo	34,47	Ba	38,59	Aa	121	Bd	137	Ac	129	Ac	100	Bc	21	Bd	51	Ab	155	Ab	78	Bc
Vermelho	35,03	Ba	38,08	Aa	123	Bd	134	Ac	111	Ad	90	Bd	26	Bd	48	Ab	147	Ac	108	Bb
Cacho Duplo	35,93	Ba	38,40	Aa	86	Bi	103	Ag	111	Ad	85	Bd	38	Bc	73	Aa	201	Aa	65	Bd
Neném	35,20	Ba	39,50	Aa	123	Bd	144	Ab	123	Ac	108	Bc	18	Be	38	Ac	141	Ac	111	Ab
Amarelão/Douradão	35,81	Ba	39,37	Aa	125	Bd	141	Ac	138	Ab	112	Bc	15	Be	38	Ac	164	Ab	127	Bb
Brejeiro/Nenezinho	33,73	Ba	38,89	Aa	135	Bc	145	Ab	156	Aa	139	Ba	43	Bb	76	Aa	127	Ac	134	Aa
Brejeiro	34,72	Ba	39,25	Aa	133	Bc	149	Ab	157	Aa	141	Ba	37	Bc	71	Aa	119	Ac	135	Aa
Quebra Cacho	34,79	Ba	38,47	Aa	124	Bd	134	Ac	137	Ab	116	Bb	24	Bd	37	Ac	125	Ac	99	Ac
Bico De Rola	34,38	Ba	39,09	Aa	117	Be	137	Ac	117	Ac	97	Bd	18	Be	52	Ab	162	Ab	95	Bc
Muruim Branco	35,05	Ba	39,02	Aa	125	Bd	143	Ab	110	Ad	110	Ac	28	Bd	49	Ab	177	Ab	169	Aa
Douradão/Amarelão	35,38	Ba	38,15	Aa	140	Ac	145	Ab	152	Aa	128	Ba	44	Bb	67	Aa	128	Ac	128	Ab
Iguape Sem Aresta	35,60	Ba	38,19	Aa	121	Bd	140	Ac	126	Ac	109	Bc	31	Bc	66	Aa	112	Ac	116	Ab
Vermelho	34,82	Ba	40,56	Aa	118	Bd	142	Ac	130	Ac	101	Bc	17	Be	62	Aa	119	Ac	82	Bc
Samambaia Amarelo	35,03	Ba	40,07	Aa	122	Bd	138	Ac	124	Ac	106	Bc	16	Be	38	Ac	149	Ac	100	Bc
Samambaia	35,59	Ba	39,44	Aa	123	Bd	141	Ac	130	Ac	105	Bc	11	Be	29	Ac	145	Ac	98	Bc
Paulista	33,90	Ba	39,11	Aa	113	Bf	131	Ad	126	Ac	95	Bd	16	Be	36	Ac	129	Ac	97	Ac

Continua...

...continuação.

Lista de Genótipos	Temperatura (oC)		Dias até a floração		Altura (cm)		Esterilidade (%)		N. de grãos por panícula											
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.										
Arroz Carolino	35,27	Ba	39,79	Aa	77	Bj	118	Ae	96	Ae	83	Ad	24	Bd	64	Aa	117	Ac	83	Bc
Arroz Catetão	34,78	Ba	38,91	Aa	117	Be	136	Ac	122	Ac	110	Ac	13	Be	37	Ac	130	Ac	83	Bc
Gergelim	34,41	Ba	39,74	Aa	122	Bd	141	Ac	123	Ac	94	Bd	22	Bd	51	Ab	241	Aa	144	Ba
Arroz Do Sul	34,42	Ba	38,07	Aa	119	Bd	135	Ac	134	Ac	116	Bb	16	Be	39	Ac	127	Ac	104	Ab
Arroz Branco Bico Preto	35,43	Ba	38,97	Aa	112	Bf	128	Ad	115	Ad	97	Bd	26	Ad	39	Ac	140	Ac	121	Ab
Branco 4 Meses	35,65	Aa	37,22	Aa	113	Bf	124	Ad	124	Ac	89	Bd	19	Be	51	Ab	148	Ac	108	Bb
Arroz Cabeludo	35,34	Ba	38,69	Aa	111	Bf	131	Ad	126	Ac	98	Bd	16	Be	43	Ac	154	Ab	111	Bb
Carioca/Rabo De Carneiro	35,38	Ba	39,94	Aa	99	Bh	132	Ad	114	Ad	94	Bd	26	Bd	78	Aa	126	Ac	49	Bd
Fundo Roxo	35,58	Ba	40,85	Aa	110	Bf	145	Ab	117	Ac	96	Bd	29	Bc	85	Aa	117	Ac	64	Bd
3 Meses Amarelo	34,50	Ba	39,19	Aa	84	Bi	104	Ag	104	Ad	92	Ad	25	Bd	67	Aa	127	Ac	66	Bd
Branquinho	34,57	Ba	39,09	Aa	82	Bi	105	Ag	92	Ae	90	Ad	17	Be	61	Aa	116	Ac	75	Bd
4 Meses Antigo	33,59	Ba	38,11	Aa	109	Bf	127	Ad	118	Ac	96	Bd	20	Bd	49	Ab	169	Ab	100	Bc
Noventinha	35,42	Ba	40,20	Aa	101	Bg	133	Ac	115	Ad	93	Bd	16	Be	65	Aa	109	Ac	56	Bd
Carolina	34,41	Ba	38,77	Aa	128	Bd	139	Ac	118	Ac	103	Bc	31	Bc	59	Aa	205	Aa	156	Ba
Arroz do Maranhão	33,81	Ba	38,12	Aa	114	Be	128	Ad	119	Ac	97	Bd	21	Bd	45	Ab	155	Ab	110	Bb
Arroz Roxo Ou Caqui	34,86	Ba	38,29	Aa	97	Bh	127	Ad	99	Ae	80	Bd	17	Be	64	Aa	116	Ac	50	Bd
Legítimo	35,55	Ba	39,97	Aa	110	Bf	135	Ac	116	Ad	89	Bd	23	Bd	52	Ab	128	Ac	92	Bc
Bico Ganga Cana Roxa	35,07	Ba	38,37	Aa	122	Bd	133	Ad	133	Ac	110	Bc	23	Bd	41	Ac	136	Ac	105	Ab
Arroz Ligeiro	34,56	Ba	39,69	Aa	85	Bi	125	Ad	97	Ae	95	Ad	37	Ac	54	Ab	136	Ac	110	Ab
Arroz Periquito	34,37	Ba	39,21	Aa	123	Bd	135	Ac	117	Ac	99	Bc	11	Be	37	Ac	127	Ac	112	Ab
Arroz Santa Inês	35,07	Ba	39,12	Aa	85	Bi	102	Ag	91	Ae	92	Ad	32	Bc	59	Aa	124	Ac	87	Bc
Catetão	34,25	Ba	38,00	Aa	119	Bd	132	Ad	129	Ac	119	Ab	16	Ae	25	Ac	129	Ac	121	Ab
Arroz Canela De Ferro	35,24	Ba	40,08	Aa	95	Bh	144	Ab	113	Ad	106	Ac	34	Bc	56	Ab	139	Ac	163	Aa
Agulha Esav	35,29	Ba	39,89	Aa	117	Be	138	Ac	117	Ac	100	Bc	33	Bc	72	Aa	145	Ac	111	Bb
Catalão	34,50	Ba	39,82	Aa	94	Bh	119	Ae	103	Ad	85	Bd	20	Bd	66	Aa	120	Ac	52	Bd
Carreon	34,59	Ba	38,30	Aa	134	Bc	145	Ab	124	Ac	107	Bc	21	Bd	52	Ab	68	Ac	70	Ad
Makouta	35,10	Ba	39,37	Aa	124	Bd	135	Ac	128	Ac	112	Bc	17	Be	33	Ac	137	Ac	121	Ab
Beira Campo Dourado	35,71	Ba	39,19	Aa	82	Bi	96	Ag	81	Ae	67	Ae	32	Bc	72	Aa	107	Ac	60	Bd
Pico Negro	35,29	Ba	38,15	Aa	84	Bi	113	Af	108	Ad	82	Bd	29	Bc	62	Aa	140	Ac	86	Bc
Cna4762	35,42	Ba	40,68	Aa	109	Bf	135	Ac	114	Ad	91	Bd	37	Bc	93	Aa	111	Ac	91	Ac
Agulhinha Tardio	34,59	Ba	39,21	Aa	150	Ab	155	Aa	137	Ab	117	Bb	43	Bb	80	Aa	200	Aa	135	Ba
Murum Branco	35,25	Ba	39,40	Aa	125	Bd	143	Ab	121	Ac	118	Ab	30	Ac	43	Ac	204	Aa	161	Ba
Toró Vermelho	35,38	Ba	39,15	Aa	136	Bc	152	Aa	134	Ac	108	Bc	42	Bb	91	Aa	175	Ab	155	Aa
Douradão	35,73	Ba	39,35	Aa	122	Bd	137	Ac	127	Ac	103	Bc	15	Be	40	Ac	138	Ac	87	Bc
Arroz Agulhinha	35,57	Ba	39,09	Aa	149	Ab	156	Aa	139	Ab	115	Bb	50	Bb	89	Aa	139	Ac	100	Bc

Continua...

...continuação.

Lista de Genótipos	Temperatura (oC)		Dias até a floração		Altura (cm)		Esterilidade (%)		N. de grãos por panícula											
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.										
Arroz Comprido	37,19	Aa	39,07	Aa	110	Bf	124	Ad	115	Ad	86	Bd	36	Bc	82	Aa	122	Ac	59	Bd
Japonês	34,96	Ba	39,01	Aa	111	Bf	134	Ac	93	Ae	63	Be	15	Be	53	Ab	111	Ac	85	Ac
Agulhinha Vermelho	35,11	Ba	37,55	Aa	110	Bf	125	Ad	133	Ac	101	Bc	28	Bd	50	Ab	124	Ac	91	Ac
Arroz Toro Graúdo	34,13	Ba	38,22	Aa	124	Bd	138	Ac	123	Ac	101	Bc	22	Bd	42	Ac	136	Ac	95	Bc
Arroz Agulha	34,43	Aa	36,81	Aa	148	Ab	151	Aa	145	Ab	113	Bc	46	Bb	89	Aa	188	Aa	134	Ba
Arroz Pindare	34,82	Ba	38,55	Aa	117	Be	141	Ac	127	Ac	116	Ab	26	Bd	52	Ab	177	Ab	123	Bb
Rexoro	34,86	Aa	36,69	Aa	129	Ad	137	Ac	122	Ac	104	Bc	30	Bc	59	Aa	194	Aa	142	Ba
64 Dias	36,19	Aa	37,55	Aa	67	Ac	76	Ah	97	Ae	85	Ad	28	Bd	65	Aa	108	Ac	61	Bd
Lambari	34,99	Aa	37,12	Aa	144	Ab	152	Aa	149	Aa	111	Bc	55	Bb	92	Aa	194	Aa	115	Bd
Zenith	37,14	Aa	38,59	Aa	115	Ae	123	Ae	110	Ad	80	Bd	24	Bd	78	Aa	116	Ac	61	Bd
Piedad	35,34	Ba	37,73	Aa	133	Ac	139	Ac	129	Ac	108	Bc	39	Bc	89	Aa	160	Ab	115	Bb
Agulhinha Ipameri	35,48	Ba	39,14	Aa	150	Bb	159	Aa	155	Aa	122	Bb	50	Ab	65	Aa	151	Ac	120	Ab
Caiana Grande	35,55	Ba	39,00	Aa	146	Bb	158	Aa	131	Ac	111	Bc	43	Ab	95	Aa	142	Ac	138	Aa
Jatobá	34,48	Ba	38,33	Aa	123	Bd	133	Ac	127	Ac	111	Bc	23	Ad	32	Ac	169	Ab	122	Bb
Araçatuba	34,44	Ba	38,91	Aa	147	Bb	159	Aa	146	Ab	119	Bb	56	Bd	94	Aa	178	Ab	128	Bb
Buriti Vermelho	34,43	Ba	37,73	Aa	124	Bd	134	Ac	104	Ad	111	Ac	25	Bd	57	Ab	136	Ac	99	Bc
Tapuripa	34,79	Ba	38,49	Aa	156	Aa	160	Aa	102	Ad	83	Bd	89	Aa	89	Aa	81	Ac	71	Ad
Brs Curinga	34,16	Ba	39,04	Aa	97	Bh	122	Ae	90	Ae	73	Be	20	Bd	58	Ab	118	Ac	88	Ac
Brs Pepita	35,46	Ba	38,10	Aa	89	Bi	105	Ag	102	Ad	89	Ad	42	Ab	52	Ab	158	Ab	114	Bb
Brs Monarca	35,49	Aa	37,50	Aa	86	Ai	94	Ag	87	Ae	74	Ae	31	Ac	28	Ac	118	Ac	77	Bc
Brs Sertaneja	36,11	Aa	38,45	Aa	91	Bh	105	Ag	93	Ae	68	Be	28	Bd	63	Aa	173	Ab	87	Bc
Bico Ganga Curto	34,52	Ba	39,91	Aa	125	Bd	142	Ac	133	Ac	114	Bb	30	Ac	47	Ab	188	Aa	131	Ba
Brs Primavera	34,77	Ba	40,38	Aa	97	Bh	117	Ae	114	Ad	87	Bd	53	Bb	89	Aa	136	Ac	76	Bc
Chorinho	33,12	Ba	40,04	Aa	122	Bd	138	Ac	128	Ac	114	Ab	24	Bd	48	Ab	189	Aa	118	Bb
Bra02601	32,45	Ba	38,86	Aa	89	Bi	101	Ag	78	Ae	58	Be	24	Bd	71	Aa	110	Ac	88	Ac
Bra01506	33,31	Ba	39,48	Aa	97	Bh	114	Af	101	Ad	82	Bd	31	Bc	74	Aa	181	Ab	125	Bb
Bra02535	33,48	Ba	37,97	Aa	115	Be	125	Ad	119	Ac	86	Bd	20	Bd	56	Ab	180	Ab	116	Bb
Bra042156	33,23	Ba	39,53	Aa	98	Bh	123	Ae	109	Ad	81	Bd	33	Bc	83	Aa	157	Ab	68	Bd
Bra042160	33,53	Ba	39,65	Aa	106	Bg	142	Ac	118	Ac	96	Bd	31	Bc	54	Ab	161	Ab	133	Aa
Bra032051	34,34	Ba	39,22	Aa	102	Bg	123	Ae	108	Ad	90	Bd	42	Bb	73	Aa	153	Ab	99	Bc
Bra032033	34,27	Ba	38,33	Aa	94	Bh	109	Af	95	Ae	75	Be	27	Bd	79	Aa	148	Ac	101	Bc

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não se diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey e Skott Knott, respectivamente.

De acordo com a tabela 4, observa-se que a temperatura do dossel foliar apresentou variação ($P>0,05$), quando se compara os ambientes com estresse e sem estresse de seca. Os genótipos com diferenças significativas ($P<0,05$) para a temperatura do dossel foliar entre os ambientes de cultivo, tiveram um aumento médio de $4,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ na condição estressada, apresentando todos os mesmos, aumento de temperatura nessa condição. Tal fato, talvez possa ser explicado devido a um possível fechamento estomático das plantas nessa condição. Com o fechamento estomático, a transpiração que é o principal meio de dissipação térmica das plantas diminui muito, aumentando assim a temperatura interna na folha. Dentre àqueles que apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, destaca-se o genótipo 'Palha murcha' com diferença de temperatura entre os ambientes de $6,99\text{ }^{\circ}\text{C}$ a mais na condição de estresse de seca.

3.2 Dias até o florescimento

Para o número de dias até o florescimento, houve diferenciação entre os genótipos em ambos os ambientes ($P<0,05$), partindo desde materiais de ciclo curto, como o 64 dias (com 67 e 76 dias após a emergência para o florescimento, nas condições sem estresse e com estresse, respectivamente), até os mais tardios como o Tapuripa (156 e 160 dias nas condições sem estresse e com estresse, respectivamente). Para Xu et al. (2005) e Larcher (2004) o período de florescimento pode ser usado como mecanismo de escape à seca, com as plantas acelerando o florescimento e enchendo os grãos antes que o estresse se torne muito severo. No entanto, observa-se que houve um aumento no número de dias para o florescimento na condição sob estresse por deficiência hídrica, para a maioria dos genótipos. Possível explicação para tal fato, pode ser devido às plantas nessa condição não apresentarem ainda reservas de fotoassimilados suficientes para o florescimento e posterior enchimento dos grãos.

Similar resultado referente ao atraso no florescimento pode ser encontrado em trabalhos realizados por Lanceras et al. (2004); Kumar et al. (2008) e Gomez et al. (2006) para outros genótipos de arroz. Boonjung e Fukai (1996), igualmente relataram que o estresse hídrico durante o estágio vegetativo em arroz, alongou o mesmo e atrasou a maturidade fisiológica dos grãos.

A variação de dias para o florescimento, entre as condições de cultivo, talvez possa ser atribuída à capacidade do genótipo, sob condição de estresse de seca, priorizar os fotoassimilados produzidos para formar primeiramente as partes vegetativas, que servirão para aumentar a área de produção de destes fotoassimilados e, posteriormente, redirecioná-los para o enchimento dos grãos. Na figura 3, observa-se que para o número de dias até o florescimento, existe uma correlação significativa ($r = 0,902$) entre os ambientes, ou seja, os materiais que se apresentarem entre os maiores períodos de floração na condição de estresse provavelmente se encontrarão também entre os maiores períodos na condição sem estresse.

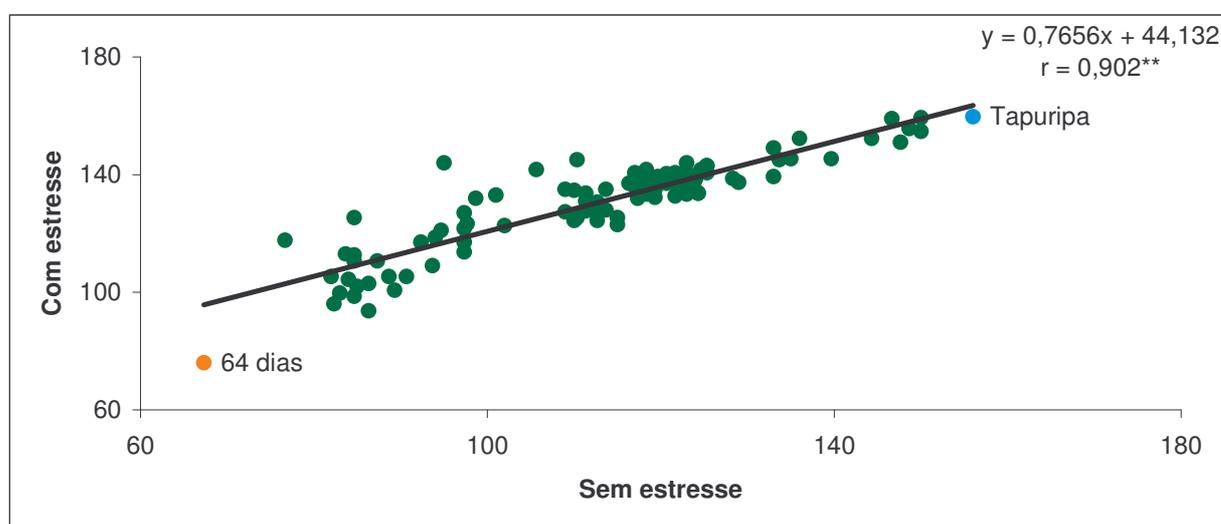


Figura 3: Distribuição dos genótipos quanto ao número de dias até o florescimento sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

3.3 Altura das plantas

Sob condição de estresse de seca a planta diminui a produção e translocação de fotoassimilados (Taiz e Zeiger, 2004). Observa-se expressiva variação ($P < 0,05$) entre os genótipos para altura das plantas em ambos os ambientes, partindo desde materiais mais baixos, destacando-se entre esses o Bra02601 (com 78 e 58 cm, sem estresse e com estresse, respectivamente) até os materiais mais altos, destacando-se o Brejeiro (157 e 141 cm, sem estresse e com estresse, respectivamente). Da mesma forma, Bernier et al. (2007), relatam ter

encontrado variação na altura de genótipos oriundos do cruzamento de duas variedades de arroz: uma susceptível ao estresse hídrico (Way Rarem, subespécie *indica*) e outra tolerante (Vandana, subespécie *japônica*), conduzidos sob estresse ocasionado por deficiência hídrica.

Nota-se, no que houve diminuição na altura das plantas para a maioria dos genótipos sob condição de estresse por deficiência hídrica. Para os materiais que apresentaram diferença entre os ambientes ($P < 0,05$), destacam-se o Lambari e o Enche tulha, que apresentaram diminuição de 38 cm na condição de estresse de seca. A diminuição média de altura na condição de estresse de seca, entre os materiais que apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os ambientes, foi de 23 cm. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Zou et al. (2007), que avaliaram genótipos de arroz em condição normal de irrigação e sob estresse de seca, encontrando redução de até 12,5 cm, em média, na condição sob estresse, associando negativamente com o rendimento de grãos. Na figura 4, observa-se que para a altura média dos genótipos, houve correlação significativa ($r = 0,87$), entre as condições de cultivo, havendo um aumento na condição normal de irrigação.

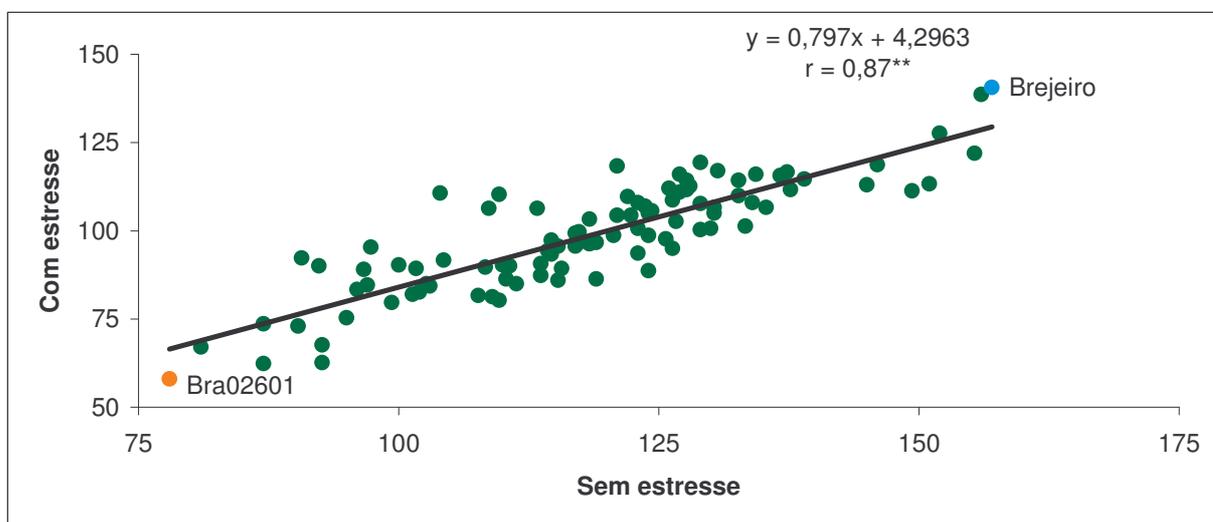


Figura 4: Distribuição dos genótipos quanto à altura sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

Tal variação talvez possa ser explicada, também, devido à capacidade dos genótipos em produzir e redirecionar os fotoassimilados sob condição de estresse hídrico. Gomez et al., (2006) mostraram ter havido variação entre linhagens F6 de arroz, oriundas do cruzamento das variedades Azucena (subespécie *japônica*) e Bala (subespécie *indica*), conduzidas sob estresse por deficiência hídrica.

3.4 Esterilidade das espiguetas

A esterilidade das espiguetas é uma característica que foi fortemente influenciada pelos genótipos ($P < 0,05$) em ambas as condições de cultivo. No ambiente sem estresse foram encontrados valores de esterilidade relativamente altos, tais como as do material Tapuripa com esterilidade de 89% das espiguetas, até valores baixos como do genótipo Formosa com esterilidade de 6%. Esse alto percentual de esterilidade das espiguetas nessa condição talvez possa ser atribuído à temperatura diurna elevada (Jagadish et al. 2007). Na condição de estresse de seca houve, assim como, na irrigação normal, grande variação entre os materiais partindo de valores relativamente baixos como os do genótipo Catetão que apresentou esterilidade de 25% até materiais com valores altos como do Caiana Grande apresentando esterilidade de 95%.

Houve também, variação entre as condições de cultivo apresentando para a maioria dos genótipos, aumento na esterilidade quando submetidos ao estresse de seca. Entre os genótipos que apresentaram diferença ($P < 0,05$) entre os ambientes destaca-se o Cna4762, que apresentou esterilidade de 92% na condição de estresse e 37% na condição sem estresse. A esterilidade das espiguetas é fortemente influenciada pela condição de estresse hídrico (Hsiao, 1982), e depende da capacidade da planta em produzir e translocar fotoassimilados para o enchimento dos grãos em tal condição (Jongdee et al., 2006; Fukai et al., 1999). Esta característica pode ser atribuída à tolerância ou susceptibilidade dos genótipos sob estresse, onde aqueles mais tolerantes permitirão maior translocação de fotoassimilados para os grãos e conseqüentemente, menor esterilidade das espiguetas. Jongdee et al. (2006) mencionam que a esterilidade das espiguetas é importante para a seleção de linhagens de arroz submetidas à deficiência de água.

Dentre aqueles materiais que não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre os ambientes, destaca-se o Ligeiro que teve esterilidade das espiguetas de 44% na condição sem estresse e 39% na condição com estresse.

Na figura 5, pode-se observar a esterilidade das espiguetas dos genótipos em ambas as condições de cultivo. Nota-se que houve correlação positiva ($r = 0,7$) na esterilidade de acordo com a condição de cultivo, em que o genótipo se encontra, apresentando aumento da mesma na condição de estresse por deficiência hídrica.

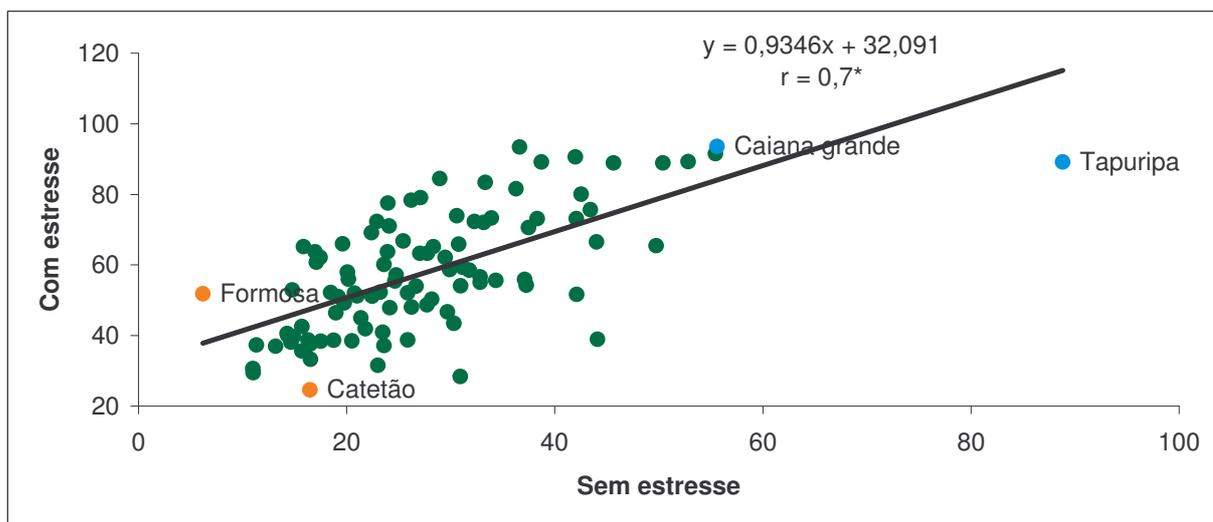


Figura 5: Distribuição dos genótipos quanto à esterilidade das espiguetas sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

Na condição de estresse por deficiência hídrica houve uma redução média de 58% na esterilidade das espiguetas. Já na condição sem estresse de seca essa esterilidade média foi de 28%.

De acordo com Courtois e Lafitte (1999), uma das respostas para a esterilidade das espiguetas pode estar relacionada à esterilidade do pólen, quando o estresse coincide com a meiose, sendo aspecto da cultura do arroz que deve ser melhorado para a obtenção de rendimentos estáveis em condições de terras altas.

Segundo Boonjung e Fukai (1996), é provável que o estresse ocasionado pela deficiência hídrica tenha efeito adverso na viabilidade do grão de pólen, causando a esterilidade das espiguetas nessas condições. Os mesmos autores observaram 73% de esterilidade das espiguetas quando o estresse ocorreu durante o estágio de florescimento.

3.5 Número de grãos por panícula

Quanto ao número de grãos por panícula, trata-se de uma variável fortemente influenciada pelo genótipo ($P < 0,05$), tendo sido constatada grande variação entre os mesmos em ambos os ambientes. Na ausência de estresse hídrico observou-se que alguns materiais produziram número de grãos por panícula relativamente altos, como no caso do genótipo Gergelim, com média de 241 grãos.

Outros materiais apresentaram número de grãos por panícula baixo, como o Carreon, com média de 68 grãos.

Na presença do estresse, observou-se número de grãos por panícula relativamente altos em alguns materiais, como o Muruim Branco, com média de 169 grãos. No entanto, outros materiais apresentaram baixa média de grãos, a exemplo do Carioca/Rabo de Carneiro, com média de 49 grãos por panícula.

Para as condições de cultivo, nota-se que houve diferenças entre as mesmas ($P < 0,05$), ressaltando-se a diminuição no número de grãos por panícula na condição de estresse hídrico, assim como encontrado por Boonjung e Fukai (1996), onde relatam haver redução na produção, devido em partes à diminuição no número de grãos por panícula.

Na figura 6, observa-se que para a variável número grãos panícula⁻² existe correlação significativa ($r = 0,604$) entre as condições de cultivo.

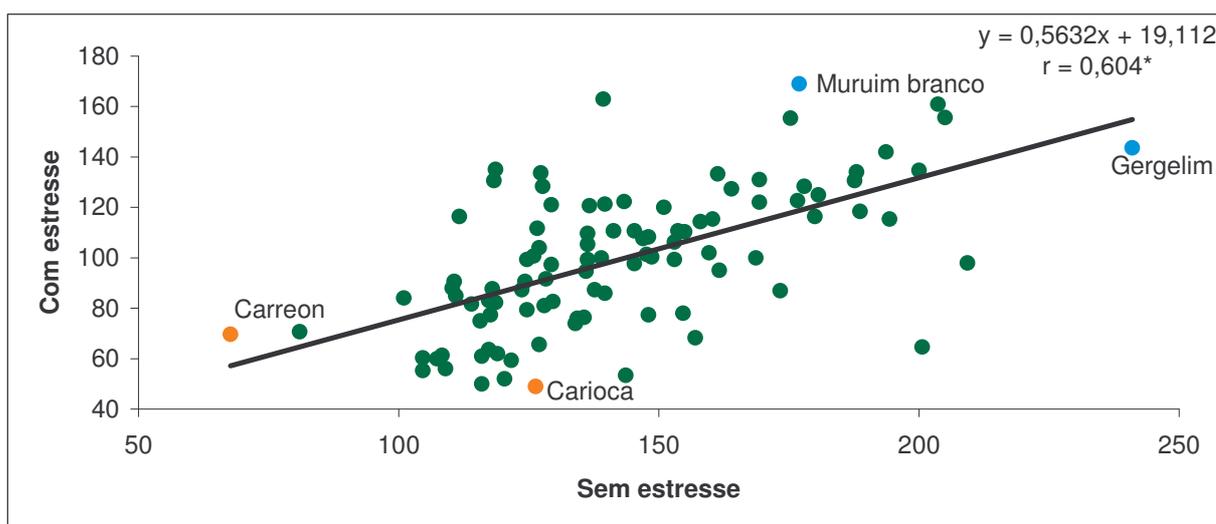


Figura 6: Distribuição dos genótipos quanto ao número de grãos por panícula sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

Na tabela 5, podem ser encontradas as análises de variância para as variáveis peso de cem grãos, produtividade, número de perfilhos e número de panículas.

Tabela 5: Análise de variância para as variáveis, peso de cem grãos (g), produtividade (g m⁻²), número de perfilhos m⁻², número de panículas m⁻².

F.V.	G.L.	Q.M.			
		P. cem grãos	Produtividade	Nº perfilhos	Nº panículas
Bloco/Amb.	4	0,12402	138798,767	22354,8633	16371,0933
Blocos	2	0,20625	84951,52333	42217,125	30166,865
Bloco x Amb.	2	0,04179	53847,24333	2492,6016	2575,32167
Tratamento	99	1,2577**	4214712,6667**	4541,08593**	3099,71843**
Ambientes	1	27,12946**	10574599,527**	807987,206**	773357,8017**
Trat. x Amb.	99	0,13597**	1847385,807**	1892,13259 ^{ns}	1388,69392 ^{ns}
Resíduo	396	0,03606	3489310,5667	2109,03673	1701,81724
CV (%)		7,183	36,247	20,225	23,049

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo pelo teste F.

Os dados obtidos referentes às médias das variáveis acima e seus respectivos testes de médias encontram-se na tabela 7.

Na tabela 6 encontra-se a análise de variância para o Índice de Susceptibilidade à Seca.

Tabela 6: Análise de variância para o Índice de Susceptibilidade à Seca (Fisher e Maurer, 1987).

F.V.	G.L.	Q.M.
Bloco	2	0,007065
Tratamento	99	0,2182**
Resíduo	198	0,088519
CV (%)		30,987

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na tabela 7 encontram-se os valores médios dos ISS dos genótipos e os respectivos testes de média.

Tabela 7: Lista de genótipos, peso de cem grãos (g), produtividade (g m⁻²), número de perfilhos e panículas m⁻², e Índice de Susceptibilidade à seca (Fischer e Maurer, 1987).

Lista de Genótipos	Peso de 100 grãos		Produtividade		Nº. de perfilhos		Nº. de panículas		ISS									
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.										
Cateto Seda	3,485	Ac	2,533	Bb	171,43	Ac	12,87	Bc	306	Aa	182	Bb	255	Aa	132	Bb	1,365	a
Maruim	2,177	Ai	2,060	Ac	244,73	Ab	38,57	Bc	295	Aa	185	Bb	241	Aa	134	Bb	1,243	a
Cajueiro Liso	3,023	Ae	2,603	Bb	384,27	Aa	182,87	Ba	260	Aa	148	Bb	209	Aa	118	Bb	0,773	b
Enche Tulha	2,988	Ae	2,637	Bb	325,73	Aa	93,33	Bc	253	Aa	138	Bb	192	Aa	102	Bb	1,053	a
Formosa	2,297	Ai	2,023	Ac	343,33	Aa	41,43	Bc	293	Aa	190	Bb	240	Aa	153	Ba	1,297	a
Arroz Maranhão	2,888	Af	2,213	Bc	239,07	Ab	59,53	Bc	261	Aa	151	Bb	199	Aa	121	Bb	1,108	a
Paulista Dourado	3,880	Aa	3,003	Ba	219,50	Ab	50,97	Bc	278	Aa	238	Aa	220	Aa	172	Aa	1,133	a
Meruim Ligeiro	3,019	Ae	2,237	Bc	211,67	Ab	67,60	Bc	244	Aa	252	Aa	196	Aa	176	Aa	1,004	b
Maranhao (Verdadeiro)	2,617	Ag	2,387	Ab	291,43	Aa	127,60	Bb	248	Aa	194	Ab	198	Aa	152	Aa	0,829	b
Amarelo Ligeiro	3,698	Ab	2,940	Ba	254,77	Ab	38,10	Bc	310	Aa	242	Aa	269	Aa	164	Ba	1,255	a
Puteca	3,514	Ac	2,537	Bb	320,50	Aa	74,30	Bc	246	Aa	174	Ab	193	Aa	141	Ab	1,133	a
Comum Creolo	3,480	Ac	3,023	Ba	256,17	Ab	30,70	Bc	284	Aa	199	Bb	218	Aa	146	Bb	1,298	a
Prata Goiano	3,792	Aa	3,020	Ba	307,13	Aa	73,30	Bc	251	Aa	187	Ab	221	Aa	145	Bb	1,123	a
Prata Branco	2,797	Ag	2,313	Bc	345,73	Aa	117,63	Bb	280	Aa	167	Bb	218	Aa	125	Bb	0,973	a
Palha Murcha	3,541	Ac	3,177	Ba	340,47	Aa	161,43	Bb	251	Aa	163	Bb	196	Aa	120	Bb	0,776	b
Cano Roxo	2,782	Ag	2,540	Ab	327,60	Aa	87,13	Bc	248	Aa	184	Ab	191	Aa	129	Ab	1,083	a
Chatao Vermelho	3,659	Ab	2,737	Bb	294,73	Aa	82,40	Bc	232	Aa	158	Ab	203	Aa	127	Bb	1,063	a
Ligeiro	3,470	Ac	3,103	Ba	96,70	Ac	89,03	Ac	251	Aa	188	Ab	210	Aa	140	Bb	0,116	b
Santo Américo	3,453	Ac	3,217	Aa	337,63	Aa	94,30	Bc	311	Aa	151	Bb	236	Aa	113	Bb	1,063	a
Vermelho	3,027	Ae	2,650	Bb	230,97	Ab	80,97	Bc	286	Aa	209	Ba	245	Aa	149	Ba	0,958	a
Cacho Duplo	3,075	Ae	2,740	Bb	271,90	Ab	47,13	Bc	267	Aa	194	Ab	217	Aa	138	Bb	1,22	a
Nenen	2,630	Ag	2,460	Ab	250,43	Ab	83,80	Bc	250	Aa	185	Ab	187	Aa	136	Ab	0,982	a
Amarelo/Douradão	2,863	Af	2,443	Bb	278,10	Aa	152,37	Bb	248	Aa	172	Ab	204	Aa	116	Bb	0,667	b
Brejeiro/Nenezinho	2,392	Ah	2,590	Ab	235,23	Ab	112,83	Bb	235	Aa	161	Ab	221	Aa	111	Bb	0,768	b
Brejeiro	2,449	Ah	2,587	Ab	262,37	Ab	93,83	Bc	207	Aa	143	Ab	183	Aa	109	Bb	0,948	a
Quebra Cacho	2,921	Af	2,693	Ab	414,30	Aa	241,40	Ba	244	Aa	157	Bb	215	Aa	123	Bb	0,616	b
Bico De Rola	2,995	Ae	2,603	Bb	377,60	Aa	149,03	Bb	231	Aa	153	Bb	170	Aa	115	Ab	0,893	b
Muruim Branco	2,510	Ah	1,933	Bd	179,97	Ac	93,83	Ac	251	Aa	192	Ab	188	Aa	147	Ab	0,706	b
Douradão/Amarelo	2,313	Ai	2,217	Ac	229,07	Ab	84,77	Bc	262	Aa	173	Bb	231	Aa	137	Bb	0,929	b
Iguape Sem Aresta	2,929	Af	2,547	Bb	304,30	Aa	63,83	Bc	226	Aa	156	Ab	179	Aa	125	Ab	1,166	a
Vermelho	3,530	Ac	2,607	Bb	311,93	Aa	50,97	Bc	243	Aa	167	Ab	188	Aa	120	Ab	1,234	a
Samabaia Amarelo	2,841	Af	2,540	Ab	348,57	Aa	138,57	Bb	257	Aa	174	Bb	206	Aa	125	Bb	0,889	b
Samabaia	3,028	Ae	2,623	Bb	240,00	Ab	130,93	Bb	246	Aa	173	Ab	207	Aa	136	Bb	0,67	b
Paulista	3,525	Ac	2,687	Bb	407,60	Aa	86,43	Bc	279	Aa	184	Bb	234	Aa	154	Ba	1,163	a

Continua...

...continuação.

Lista de Genótipos	Peso de 100 grãos		Produtividade		Nº. de perfilhos		Nº. de panículas		ISS									
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.										
Arroz Carolino	3,344	Ad	2,393	Bb	447,63	Aa	91,43	Bc	254	Aa	159	Bb	226	Aa	109	Bb	1,174	a
Arroz Catetão	3,705	Ab	3,070	Ba	324,30	Aa	130,47	Bb	253	Aa	143	Bb	214	Aa	96	Bb	0,882	b
Gergelim	2,071	Aj	1,937	Ad	265,70	Ab	110,00	Bb	227	Aa	182	Ab	185	Aa	138	Ab	0,865	b
Arroz Do Sul	3,141	Ae	2,707	Bb	160,47	Ac	120,47	Ab	248	Aa	195	Ab	201	Aa	153	Aa	0,368	b
Arroz Branco Bico Preto	3,219	Ae	2,873	Ba	277,60	Aa	160,97	Bb	253	Aa	169	Bb	200	Aa	108	Bb	0,62	b
Branco 4 Meses	3,283	Ad	2,690	Bb	395,73	Aa	72,37	Bc	264	Aa	169	Bb	210	Aa	130	Bb	1,205	a
Arroz Cabeludo	2,891	Af	2,647	Ab	317,13	Aa	137,13	Bb	282	Aa	189	Bb	234	Aa	152	Ba	0,837	b
Carioca/Rabo De Carneiro	3,060	Ae	2,073	Bc	228,10	Ab	59,53	Bc	297	Aa	275	Aa	250	Aa	207	Aa	1,09	a
Fundo Roxo	2,832	Af	1,947	Bd	270,47	Ab	31,90	Bc	317	Aa	211	Ba	240	Aa	167	Ba	1,301	a
3 Meses Amarelo	3,828	Aa	2,883	Ba	323,83	Aa	62,40	Bc	234	Aa	188	Ab	184	Aa	122	Ab	1,191	a
Branquinho	3,721	Ab	2,913	Ba	303,30	Aa	60,00	Bc	279	Aa	229	Aa	210	Aa	194	Aa	1,184	a
4 Meses Antigo	3,320	Ad	2,860	Ba	379,03	Aa	158,57	Bb	265	Aa	187	Bb	208	Aa	125	Bb	0,858	b
Noventinha	2,661	Ag	1,967	Bd	216,20	Ab	77,60	Bc	272	Aa	213	Aa	217	Aa	159	Aa	0,946	a
Carolina	2,209	Ai	2,130	Ac	197,13	Ab	108,10	Ab	246	Aa	149	Bb	180	Aa	119	Ab	0,666	b
Arroz Do Maranhão	3,155	Ae	2,837	Ba	364,73	Aa	219,03	Ba	237	Aa	225	Aa	179	Aa	180	Aa	0,589	b
Arroz Roxo Ou Caqui	3,192	Ae	2,317	Bc	279,07	Aa	89,30	Bc	359	Aa	198	Bb	276	Aa	142	Bb	1,003	a
Legitino	3,303	Ad	2,820	Ba	304,77	Aa	85,73	Bc	272	Aa	155	Bb	209	Aa	117	Bb	1,06	a
Bico Ganga Cana Roxa	2,896	Af	2,747	Ab	335,70	Aa	186,20	Ba	282	Aa	147	Bb	234	Aa	98	Bb	0,657	b
Arroz Ligeiro	3,316	Ad	2,657	Bb	232,87	Ab	69,77	Bc	277	Aa	173	Bb	235	Aa	120	Bb	1,033	a
Arroz Piriquito	2,842	Af	2,653	Ab	288,57	Aa	179,53	Ba	254	Aa	173	Bb	220	Aa	131	Bb	0,558	b
Arroz Santa Inês	3,443	Ac	2,587	Bb	161,90	Ac	73,83	Ac	273	Aa	138	Bb	191	Aa	104	Bb	0,803	b
Catetao	3,330	Ad	3,030	Aa	414,77	Aa	251,43	Ba	258	Aa	198	Ab	194	Aa	157	Aa	0,581	b
Arroz Canela De Ferro	2,935	Af	2,163	Bc	99,50	Ac	75,23	Ac	230	Aa	213	Aa	194	Aa	175	Aa	0,36	b
Agulha Esav	2,657	Ag	2,343	Bc	192,87	Ab	76,67	Bc	254	Aa	189	Ab	209	Aa	152	Aa	0,889	b
Catalão	2,654	Ag	2,213	Bc	334,80	Aa	77,17	Bc	277	Aa	227	Aa	245	Aa	193	Aa	1,135	a
Carreon	2,487	Ah	2,210	Ac	281,93	Aa	148,10	Bb	320	Aa	222	Ba	252	Aa	150	Ba	0,7	b
Makouta	2,976	Af	2,540	Bb	307,63	Aa	166,20	Bb	193	Aa	174	Ab	163	Aa	149	Aa	0,678	b
Beira Campo Dourado	3,951	Aa	2,890	Ba	339,03	Aa	49,57	Bc	284	Aa	241	Aa	251	Aa	185	Aa	1,26	a
Pico Negro	3,087	Ae	2,387	Bb	330,93	Aa	41,93	Bc	280	Aa	154	Bb	211	Aa	109	Bb	1,289	a
Cna4762	2,371	Ah	2,050	Bc	250,97	Ab	53,57	Bc	335	Aa	229	Ba	256	Aa	179	Ba	1,16	a
Agulhinha Tardio	1,742	Ak	1,433	Bd	168,10	Ac	1,90	Bc	239	Aa	210	Aa	196	Aa	142	Ab	1,459	a
Murum Branco	2,225	Aj	2,233	Ac	249,50	Ab	127,13	Bb	274	Aa	197	Bb	223	Aa	131	Bb	0,724	b
Toró Vermelho	1,988	Aj	1,847	Ad	219,53	Ab	62,87	Bc	199	Aa	186	Ab	188	Aa	139	Ab	1,053	
Douradão	3,006	Ae	2,777	Ab	263,83	Ab	140,47	Bc	248	Aa	191	Ab	204	Aa	149	Aa	0,69	b
Arroz Agulhinha	2,062	Aj	1,893	Ad	142,37	Ac	2,83	Bc	228	Aa	186	Ab	201	Aa	143	Ab	1,446	a

Continuação...

...continuação.

Lista de Genótipos	Peso de 100 grãos		Produtividade		Nº. de perfilhos		Nº. de panículas		ISS									
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.										
Arroz Comprido	2,388	Bh	2,700	Ab	248,10	Ab	21,90	Bc	244	Aa	219	Aa	199	Aa	185	Aa	1,345	a
Japones	2,234	Ai	1,750	Bd	344,73	Aa	39,53	Bc	268	Aa	178	Bb	211	Aa	144	Ab	1,306	a
Agulhinha Vermelho	3,368	Ad	2,850	Ba	242,37	Ab	86,67	Bc	253	Aa	247	Aa	198	Aa	186	Aa	0,948	b
Arroz Toro Graúdo	2,618	Ag	2,337	Ac	312,37	Aa	93,83	Bc	252	Aa	182	Ab	188	Aa	139	Ab	1,032	a
Arroz Agulha	1,308	Bi	1,693	Ad	74,27	Ac	26,40	Ac	248	Aa	183	Ab	218	Aa	128	Bb	0,95	b
Arroz Pindare	2,756	Ag	2,300	Bc	267,13	Ab	68,57	Bc	252	Aa	157	Bb	194	Aa	111	Bb	1,097	a
Rexoro	2,200	Ai	1,793	Bd	269,07	Ab	119,53	Bb	176	Aa	161	Ab	153	Aa	128	Ab	0,82	b
64 Dias	3,520	Ac	2,950	Ba	319,50	Aa	52,40	Bc	273	Aa	209	Aa	235	Aa	173	Aa	1,233	a
Lambari	1,680	Al	1,610	Ad	143,77	Ac	37,87	Ac	320	Aa	179	Bb	279	Aa	138	Bb	1,087	a
Zenith	2,283	Ai	1,707	Bd	360,00	Aa	12,13	Bc	295	Aa	248	Aa	244	Aa	169	Ba	1,426	a
Piedad	2,292	Ai	1,873	Bd	247,60	Ab	52,37	Bc	211	Aa	156	Ab	192	Aa	120	Bb	1,163	a
Agulhinha Ipameri	2,028	Aj	2,010	Ac	153,30	Ac	31,40	Bc	292	Aa	199	Bb	276	Aa	170	Ba	1,173	a
Caiana Grande	2,614	Ag	2,420	Ab	157,60	Ac	xx	B	306	Aa	186	Bb	213	Aa	101	Bb	xx	
Jatobá	3,390	Ad	3,110	Aa	367,13	Aa	227,13	Ba	242	Aa	192	Ab	209	Aa	153	Aa	0,563	b
Araçatuba	1,737	Al	1,550	Ad	133,83	Ac	5,23	Bc	319	Aa	229	Ba	252	Aa	192	Aa	1,418	a
Buriti Vermelho	2,843	Af	2,713	Ab	300,47	Aa	92,87	Bc	278	Aa	174	Bb	249	Aa	129	Bb	1,019	a
Tapuripa	2,234	Ai	1,653	Bd	44,27	Ac	5,23	Ac	375	Aa	233	Ba	239	Aa	117	Bb	1,301	a
Brs Curinga	2,669	Ag	2,220	Bc	464,30	Aa	127,13	Bb	278	Aa	232	Aa	232	Aa	173	Aa	1,071	a
Brs Pepita	2,504	Ah	2,157	Bc	229,53	Ab	93,83	Bc	244	Aa	172	Ab	178	Aa	132	Ab	0,872	b
Brs Monarca	3,280	Ad	2,763	Bb	364,27	Aa	129,07	Bb	305	Aa	242	Aa	269	Aa	173	Ba	0,953	b
Brs Sertaneja	3,256	Ad	2,340	Bc	449,03	Aa	45,00	Bc	286	Aa	216	Aa	253	Aa	180	Ba	1,328	a
Bico Ganga Curto	2,997	Ae	2,623	Bb	293,33	Aa	160,93	Bb	235	Aa	166	Ab	198	Aa	127	Bb	0,666	b
Brs Primavera	2,270	Ai	2,247	Ac	231,90	Ab	16,67	Bc	279	Aa	249	Aa	233	Aa	197	Aa	1,369	a
Chorinho	2,607	Ag	2,673	Ab	306,63	Aa	149,53	Bb	187	Aa	141	Ab	158	Aa	106	Ab	0,756	b
Bra02601	2,703	Ag	2,077	Bc	324,30	Aa	103,37	Bc	336	Aa	244	Ba	291	Aa	193	Ba	1,005	b
Bra01506	2,525	Ah	2,397	Ab	252,87	Ab	38,57	Bc	193	Aa	231	Aa	163	Aa	158	Aa	1,25	a
Bra02535	2,217	Ai	1,900	Bd	552,83	Aa	120,97	Bb	300	Aa	210	Ba	242	Aa	154	Ba	1,153	a
Bra042156	2,497	Ah	2,027	Bc	337,17	Aa	25,23	Bc	254	Aa	204	Aa	212	Aa	145	Ab	1,365	a
Bra042160	2,741	Ag	2,200	Bc	279,53	Aa	148,07	Bb	236	Aa	183	Ab	190	Aa	161	Aa	0,694	b
Bra032051	2,461	Ah	2,110	Bc	221,90	Ab	61,67	Bc	269	Aa	211	Aa	208	Aa	155	Aa	1,065	a
Bra032033	2,916	Af	2,410	Bb	361,93	Aa	52,87	Bc	268	Aa	235	Aa	239	Aa	198	Aa	1,26	a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não se diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey e Skott Knott, respectivamente.

3.6 Peso de cem grãos

O peso de cem grãos foi outra característica que apresentou grande variação entre os genótipos em ambas as condições de cultivo ($P < 0,05$). Na ausência de estresse hídrico, dentre aqueles materiais que se apresentaram as maiores produtividades, pode-se destacar o Beira campo dourado com média de peso em cem grãos de 3,951 g. Outros, porém, apresentaram média relativamente baixa, e dentre esses destaca-se o Arroz agulha, com peso médio de cem grãos de 1,308 g. No ambiente com estresse hídrico podemos destacar, dentre os que apresentaram maior média no peso de cem grãos, o genótipo Santo américo com média de 3,22 g. Dentre os que produziram menores peso de cem grãos nesta condição destaca-se o Agulhinha tardio, com média de 1,43 g.

Ressalta-se, ainda, que, semelhantemente à variável número de grãos por panícula, no peso de cem grãos também houve diminuição na média sob condição de estresse por deficiência hídrica. No atual experimento houve uma redução média de 0,425g no peso de cem grãos. Dentre aqueles genótipos que apresentaram maior diferença entre os ambientes destaca-se o Beira campo dourado com redução média de 1,061g no peso de cem grãos na condição de estresse hídrico de seca.

Na figura 7, observa-se que houve correlação significativa ($r = 0,84$) para o peso de cem grãos nos ambientes com e sem estresse por deficiência hídrica. Observa-se, ainda, os genótipos que se destacaram em ambas as condições ambientais.

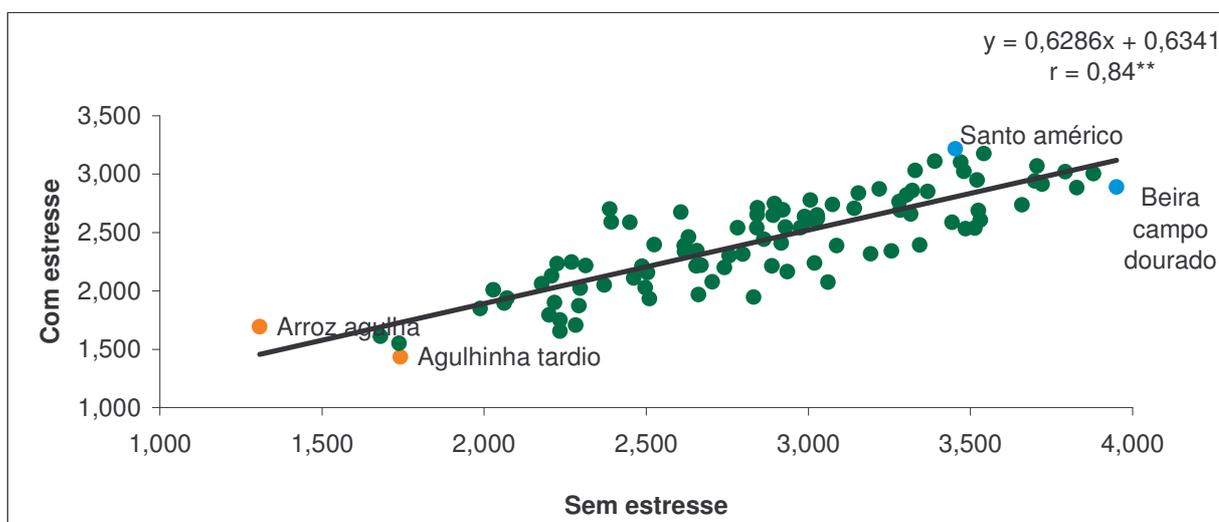


Figura 7: Distribuição dos genótipos quanto ao peso de cem grãos sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

A redução no peso dos grãos na condição de estresse de seca, talvez possa ser explicada pela menor produção de fotoassimilados das plantas nessa condição. Tal fato tem como consequência, uma menor exportação desses para o enchimento dos grãos, o que resulta em menor peso.

3.7 Produtividade

Conforme esperado, a produtividade dos genótipos mostrou-se com ampla variação entre os materiais testados em cada ambiente ($P < 0,05$), em função da notável variação genotípica encontrada na coleção nuclear. Na ausência do estresse hídrico, pode-se destacar, dentre os mais produtivos, o genótipo Bra02535, com produtividade média de $552,83 \text{ g m}^{-2}$, e dentre os menos produtivos, o Tapuripa com média de $44,27 \text{ g m}^{-2}$. Na presença do estresse hídrico, destaca-se, dentre os mais produtivos, o genótipo Catetão, com média de $251,43 \text{ g m}^{-2}$, e dentre os menos produtivos, destaca-se o Agulhinha Tardio com média de $1,90 \text{ g m}^{-2}$.

Existe também uma diminuição significativa ($P > 0,05$) da produtividade de grãos na condição de estresse hídrico, assim com relatado por Wade (1999); Jongdee et al. (2006); Venuprasad et al. (2007); Terán e Singh (2002). Em estudos realizados Kumar et al. (2008), com genótipos de arroz, foi encontrada redução de 100% na produtividade dos genótipos mais susceptíveis. Bernier et al. (2007) estudando o efeito do estresse ocasionado pela deficiência hídrica em linhagens de arroz oriundas do cruzamento de duas variedades de terras altas, uma *indica* considerada susceptível (Way Rarem), e outra *japonica*, considerada tolerante (Vandana) a tal condição, encontrou variação na produção entre as linhagens, e redução de 88% na média sob a condição de estresse hídrico.

Foi encontrada, no atual experimento, produtividade média para a condição sem estresse de seca, de $279,8 \text{ g m}^{-2}$ e na condição de estresse de seca produtividade média de $89,08 \text{ g m}^{-2}$. Esse valor equivale a uma redução de 68% na produtividade sob condição de estresse.

Alguns genótipos não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as condições de cultivo, como é o caso do Ligeiro, Arroz do Sul, Carolina e outros. No entanto, nenhum desses materiais que não apresentaram diferença

($P > 0,05$) entre os ambientes, apresentaram-se dentre os mais produtivos na condição de estresse de seca. Tal constatação leva a crer que análise estatística entre os ambientes com e sem estresse de seca, pode não ser tão confiável para a variável produtividade. Todavia os genótipos que não apresentarem diferenças ($P > 0,05$) entre esses ambientes, podem conter traços que lhe conferem certa tolerância à condição de seca. A análise estatística pode ser útil e viável quando a seleção de materiais superiores é dentro de um mesmo ambiente.

Nota-se na figura 8 que não houve correlação positiva ($r = 0,45$) entre os ambientes para a variável produtividade. Isso leva a crer que um material não necessariamente tem que manter-se entre os mais produtivos em ambas as condições.

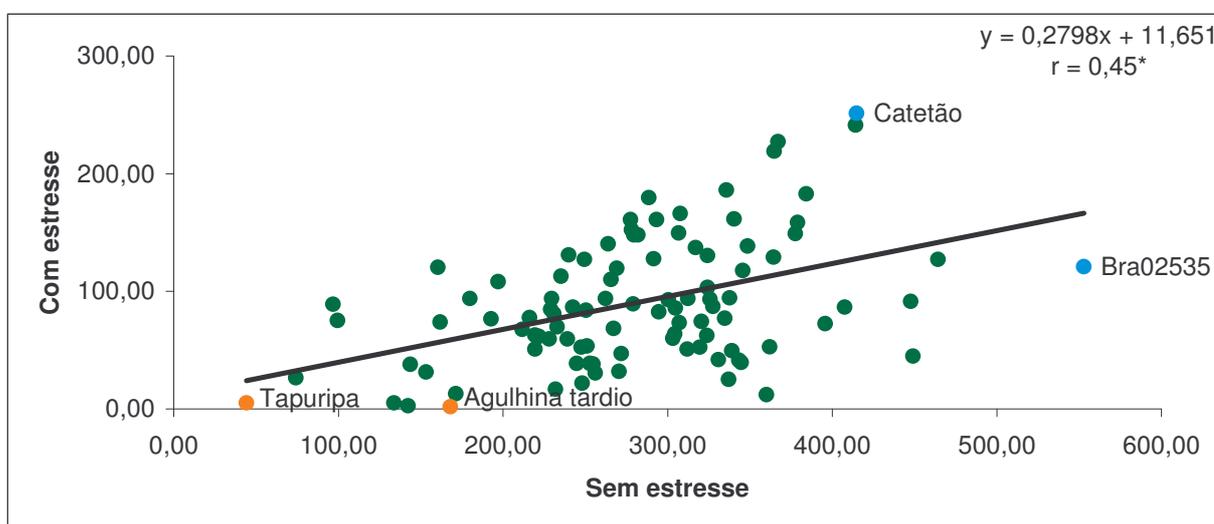


Figura 8: Distribuição dos genótipos quanto à produtividade sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

Para a maioria dos genótipos com as maiores produtividades sob condição de estresse, nota-se que os mesmos apresentaram, também, as menores esterilidades das espiguetas, com exceção do genótipo Arroz do Maranhão, o qual se destacou entre os mais produtivos e não se apresentou dentre os de menores esterilidades. De acordo com resultados encontrados por Boonjung e Fukai (1996), a redução do rendimento de produção foi relacionada, em parte, ao menor número de espiguetas por panícula, e em maior parte, a uma proporção significativamente menor de grãos cheios. Jongdee et al. (2002) observaram, similarmente, que a redução no rendimento de grãos sob estresse ocorria, principalmente, devido à esterilidade das espiguetas.

3.8 Número de perfilhos m⁻²

Para a variável número de perfilhos m⁻² não foi encontrada diferença (P>0,05) entre os genótipos na condição sem estresse hídrico. No entanto, para a condição com estresse hídrico, foram encontradas diferenças (P<0,05) entre os mesmos, destacando-se, entre os que produziram maior número de perfilhos, o material Carioca/Rabo de Carneiro, com média de 275 perfilhos m⁻². Dentre os materiais que produziram menor número de perfilhos, destaca-se o genótipo Enche Tulha, com média de 138 perfilhos.

Foram encontradas diferenças significativas entre os ambientes (P<0,05) para o número de perfilhos (r = 0,42), havendo uma diminuição desses na condição de estresse. Dentre os genótipos que apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, destaca-se o Arroz roxo ou caqui com diminuição de 161 perfilhos m⁻² na condição de estresse (Figura 9).

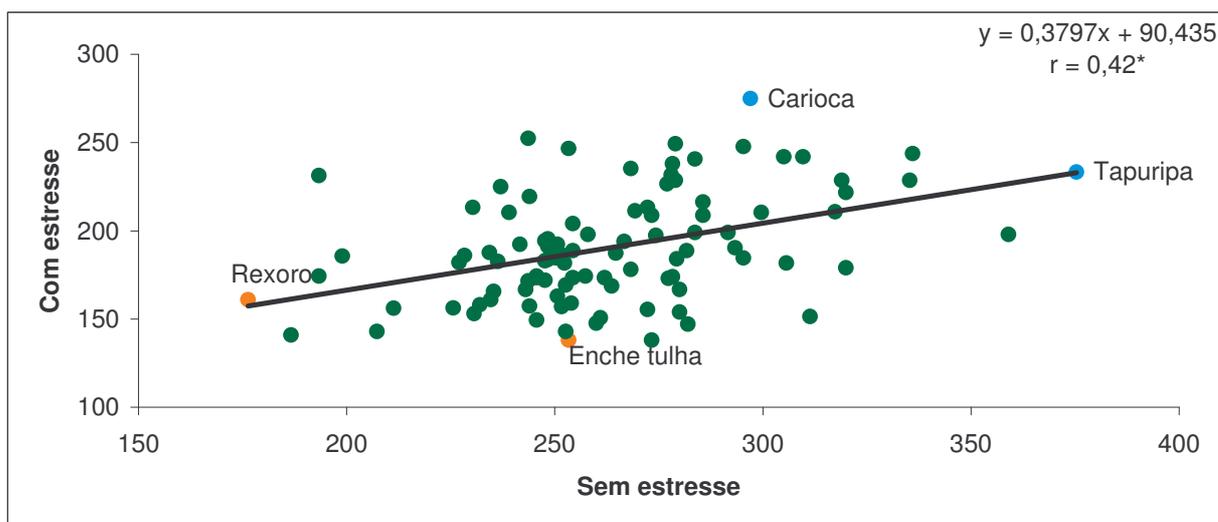


Figura 9: Distribuição dos genótipos quanto ao número de perfilhos m⁻² sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

De acordo com os resultados obtidos para produção e número de perfilhos m⁻², na presença do estresse hídrico, a maioria daqueles que apresentaram-se com maior produção, encontram-se com menor média de número de perfilhos m⁻², com exceção do genótipo Arroz do Maranhão, que apresentou-se dentre aqueles com maior produção e com maior número de perfilhos m⁻².

Essa característica talvez possa ser explicada devido à capacidade dos genótipos mais tolerantes ao estresse hídrico de apresentarem maior conversão de fotoassimilados em enchimento de grãos, refletindo-se em maior produção. Aqueles mais susceptíveis ao estresse hídrico, que produzem maior número de perfilhos nessa condição provavelmente não obterão a fertilidade dos mesmos, refletindo-se em esterilidade e, conseqüentemente, em menor produção devido ao redirecionamento de fotoassimilados para produção de matéria seca e não em enchimento de grãos.

3.9 Número de panículas m⁻²

Outra característica a qual não apresentou diferenças ($P < 0,05$) entre os genótipos na condição sem estresse hídrico foi o número de panículas. No entanto, observa-se que na presença do estresse hídrico houve diferenças significativas entre os mesmos, destacando-se, dentre aqueles que apresentaram maior número de panículas, o material Carioca/Rabo de Carneiro, com média de 207 panículas. Dentre os menos produtivos, destaca-se o Arroz Catetão, com média de 96 panículas m⁻².

Quando comparados os ambientes de cultivo, nota-se que houve diferença ($P < 0,05$) entre os mesmos havendo diminuição no número de panículas m⁻² na condição de estresse hídrico. Dentre os materiais que apresentaram diferenças entre os ambientes ($P < 0,05$), destaca-se o Lambari com redução média de 141 panículas m⁻². Nota-se na figura 10 que não houve correlação significativa ($r = 0,38$) entre os ambientes para o número de grãos por panícula m⁻².

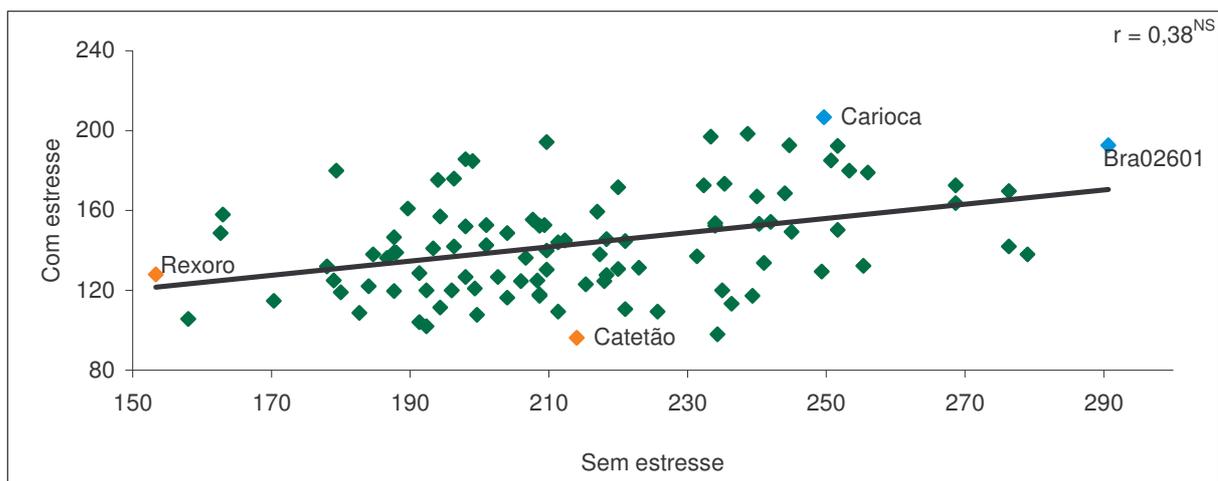


Figura 10: Distribuição dos genótipos quanto ao número de panículas m^{-2} sob condições de presença e ausência de estresse de seca, destacando-se os extremos para cada ambiente.

3.10 Índice de Susceptibilidade à Seca

O Índice de Susceptibilidade à Seca (ISS) é um importante meio para a seleção de espécies de plantas com caracteres de superioridade sob condições de estresse ocasionado por deficiência hídrica (Lazar et al. 1995; Toker e Çagırgan 1998). De acordo com Pantuwan et al. (2002b), este índice poderá ser utilizado para se selecionar materiais superiores de arroz sob condição de estresse hídrico, podendo os genótipos selecionados conter traços morfofisiológicos que propiciem essa adaptabilidade. Desta forma, no presente trabalho, foram calculados os ISS dos genótipos da coleção nuclear, para se ter noção das susceptibilidades ou possíveis capacidades de tolerâncias desses.

Por se tratar de considerável coleção de materiais com ampla diversidade genotípica, observa-se elevada variação entre os valores dos mesmos, partindo-se desde genótipo com os mais baixos ISS, como o Ligeiro com índice de 0,116, até os mais altos índices, como o Agulhinha tardio apresentando ISS de 1,459. Pode-se atribuir esse fato à adaptabilidade dos materiais sob condição de estresse por deficiência hídrica, destacando-se os mais baixos índices encontrados como os materiais mais adaptados ou tolerantes a esta condição. Lazar et al. (1995), relatam que o índice de susceptibilidade à seca foi utilizado para avaliar sete linhagens irmãs de trigo, estreitamente relacionadas. Das sete linhagens comparadas no estudo de campo, três foram identificadas como menos suscetíveis, duas foram

significativamente mais suscetíveis ($P < 0,01$) e duas não foram diferenciadas ($P > 0,05$), e que o ISS pode ser utilizado em programas de criação genótipos, como forma de se identificar os materiais superiores.

De acordo com os dados obtidos, constata-se que os genótipos Ligeiro, Arroz canela de ferro, Arroz do sul, Arroz periquito, Jatobá, Catetão, Arroz do Maranhão, Quebra cacho, Arroz branco do bico preto, e Bico ganga cana roxa apresentaram, respectivamente, os dez melhores ISS (10%), ou seja, os menores índices. No entanto, para melhores produtividades sob estresse, os dez materiais que mais se destacaram foram, respectivamente, Catetão, quebra cacho, Jatobá, Arroz do Maranhão, Bico ganga cana roxa, Cajueiro liso, Arroz periquito, Makouta, Palha murcha e Arroz branco do bico preto. Ressalta-se que a seleção dos materiais superiores deve, além de apresentar ISS baixo, apresentar também produtividades altas em ambas as condições, com e sem estresse hídrico. Nota-se que o genótipo Catetão apresentou a melhor produtividade sob estresse, porém, apresentou apenas o sexto melhor ISS. O Quebra cacho apresentou a segunda melhor produção, apresentando apenas o oitavo melhor índice. No entanto, esses dois materiais (Catetão e Quebra cacho) obtiveram parâmetros que podem ser desejáveis para a tolerância ao estresse hídrico, pois apresentaram as melhores produções quando submetidos a esse estresse, e ISS baixos, podendo apresentar caracteres morfofisiológicos que lhes permitam tolerância à seca, assim como relatado por Pantuwan et al. (2002ab), para outros genótipos de arroz.

Com relação aos três genótipos que apresentaram os menores e melhores ISS (Ligeiro, Arroz canela de ferro e Arroz do sul, respectivamente), nota-se que obtiveram as quadragésima quarta, quinquagésima sexta e vigésima oitava colocações, respectivamente, em produção sob condição de estresse hídrico. Esses materiais apresentam baixo ISS, pois tiveram produtividades próximas, em ambas as condições de irrigação estudadas, no entanto, essas produtividades médias foram relativamente baixas. Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Lazar et al. (1995), onde relatam que a linhagem de trigo TX86A8072, apresentou-se menos suscetível à seca do que outra linhagem, a TAM-107, aparentemente em consequência do rendimento sob estresse aumentado. Porém, a primeira linhagem indicou valor significativamente mais baixo de ISS do que a segunda, em consequência do rendimento irrigado reduzido, diminuindo assim o ISS.

A seleção dos genótipos destinados à condição de estresse deve igualmente conduzir à melhoria do rendimento sob ambas as situações, ou seja, o material selecionado de ser bem produtivo, nas condições com estresse hídrico e na condição sem estresse. Entretanto, esta seleção deveria ocorrer diretamente no rendimento sob estresse de e indiretamente sob condição sem estresse (Bernier et al., 2007).

Os materiais Cajueiro liso, Makouta e Palha murcha destacaram-se dentre os dez mais produtivos em condição de estresse hídrico. Todavia, seus respectivos ISS (0,773; 0,678 e 0,776, respectivamente) não apareceram entre os dez melhores índices. Tal fato pode ser explicado em função de estes materiais terem apresentado produtividades relativamente altas (256,01; 232,61 e 226,01 kg ha⁻¹, respectivamente), acima das 3 t ha⁻¹ em condições de irrigação normal. Apesar desses genótipos não apresentarem os ISS baixos, os mesmos poderão ser úteis em possíveis programas de melhoramento, assim como relatado por Fukai et al. (1999).

Dentre os piores materiais podemos destacar Agulhinha tardio, Arroz agulhinha, Zenith, Araçatuba e BRS primavera, respectivamente. Esses genótipos obtiveram os ISS mais altos (1,459; 1,446; 1,426; 1,418 e 1,369, respectivamente), mostrando através desse índice que são susceptíveis ao estresse hídrico. As produtividades desses genótipos em condição sem estresse hídrico foram 235,34; 199,31; 504; 187,37 e 324,66 g parcela⁻¹, respectivamente. Dentre esses materiais podemos destacar o Zenith que apesar de apresentar susceptibilidade ao estresse hídrico, talvez possa ser cultivado em condição sem esse estresse, pois teve produtividade nesta condição relativamente alta (504 g parcela⁻¹). Já os demais possuem produtividades relativamente baixas em condição sem estresse.

Fukai et al. (1999) relatam que para uma eficiente seleção, com intuito de se criar cultivares com rendimento elevado em áreas propensas à seca, seria importante selecionar inicialmente genótipos dentro de grupos fenotípicos desejáveis para a seca, com rendimento potencial elevado sob circunstâncias sem deficiência hídrica, havendo, no entanto, a possibilidade de tornarem-se cultivares tolerantes à seca. Na figura 11, são apresentados as produções dos genótipos avaliados sem estresse hídrico e os respectivos ISS dos mesmos.

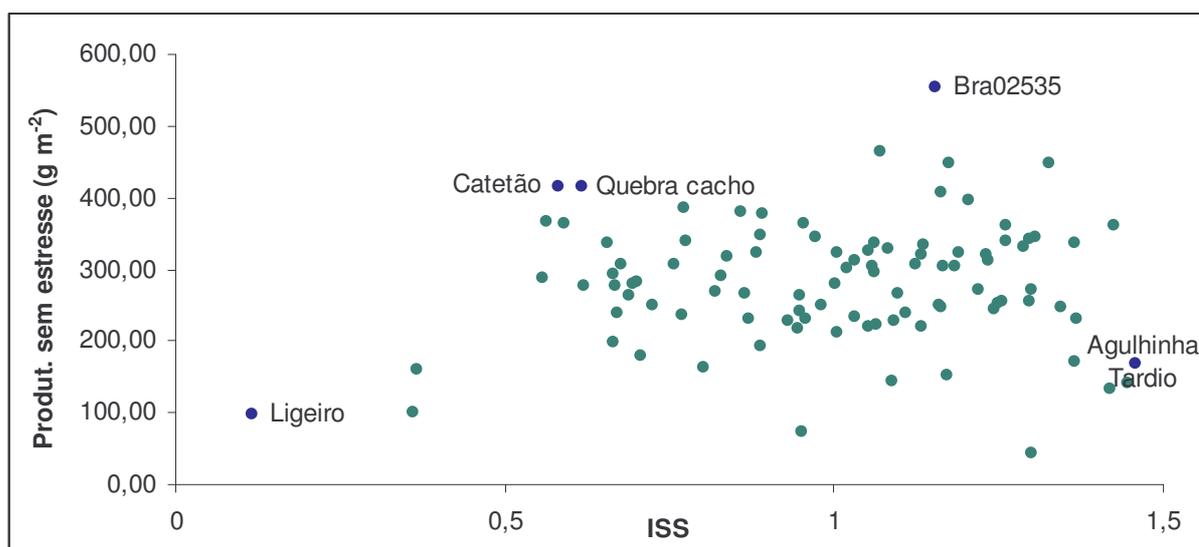


Figura 11: Produtividades sem estresse (g m^{-2}) e Índice de Susceptibilidade à Seca dos genótipos avaliados.

Na figura 11, pode-se visualizar os pontos obtidos em função dos ISS e respectivas produções nas condições normais de irrigação (sem estresse hídrico) de todos os materiais avaliados. Ressalta-se que os melhores materiais serão aqueles que se encontrar com baixo ISS e elevada produtividade. Para a seleção de indivíduos superiores que possam conter traços para a tolerância à condição de estresse hídrico, mas que produzam satisfatoriamente bem quando não ocorra esse estresse, devemos ter então, baixo ISS (tomado como base $<0,7$) e produtividades relativamente altas para condição de terras altas (acima de 3 t ha^{-1}). Temos os seguintes genótipos que se destacaram de acordo com esses parâmetros: Catetão; Quebra cacho; Jatobá; Arroz do Maranhão; Bico ganga cana roxa e Makouta. Esses materiais apresentaram produtividades de 352,01; 337,96; 317,99; 306,65; 260,68 e 232,68 g parcela^{-1} , respectivamente e ISS de 0,581; 0,616; 0,563; 0,589; 0,657 e 0,678, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, podemos ressaltar que esses genótipos podem servir de estudos mais detalhados para a tolerância ao estresse hídrico.

Dentre os materiais mais produtivos, sob condição onde não há estresse ocasionado por deficiência hídrica, destacam-se Bra02535, Brs Curinga, Brs Sertaneja, Arroz Carolino, Catetão e Quebra cacho, apresentando produtividades de 773,97, 650,02, 628,65, 626,69, 580,67 e 580,02 kg ha^{-1} , respectivamente. Essas produtividades encontradas são relativamente altas para cultivos de arroz de sequeiro ou terras altas. Esses materiais, com exceção daqueles que apresentaram ISS baixos (Catetão e Quebra cacho), talvez possam ser indicados para condições

edafoclimáticas mais estáveis, ou seja, onde a probabilidade de ocorrer fatores abióticos ocasionados por estresse hídrico seja reduzida.

A coleção nuclear em estudo apresenta grande variabilidade genotípica, onde os materiais podem ser utilizados em programas de melhoramento para outros fins, como para tolerância a solos ácidos ou alcalinos, resistência a pragas ou doenças, maior eficiência no uso de fertilizantes, dentre outros, pois, para programas de melhoramento é necessário que se haja essa variabilidade genotípica (Borém, 1998).

3.11 Correlações

Na tabela 8 são apresentados os resultados das correlações entre as variáveis: dias até o florescimento, altura, produtividade, esterilidade das espiguetas, peso de cem grãos, número de perfilhos, número de panículas e número de grãos por panícula, analisadas para a condição com estresse por deficiência hídrica.

Tabela 8: Correlações entre as variáveis dias até a floração (Flor.), altura em cm, produtividade (g m^{-2}), esterilidade das espiguetas (Ester.) peso de cem grãos dado em gramas (P 100gr.), número de perfilhos (N^o perf.) e panículas (N^o pan.) por m^2 , número de grãos por panícula (N. G/P) e Índice de Susceptibilidade à Seca (ISS) segundo Fischer e Maurer, (1978).

	Floração	Altura	Produt.	Ester.	P 100gr.	N ^o perf.	N ^o pan.	N. G/P	ISS
Temp.	0,1405	-0,0117	-0,1136	0,0779	-0,0322	-0,0057	0,0297	-0,1636	0,1449
Flor.		0,6706**	0,0951	0,0018	-0,4285**	-0,3499**	-0,3353**	0,5287**	-0,1992*
Altur.			0,3237**	-0,2004*	0,0392	-0,4815**	-0,4277**	0,5653**	-0,4387**
Prod.				-0,7736**	0,4572**	-0,3218	-0,2548*	0,2945**	-0,8113**
Ester.					-0,5328**	0,3311**	0,2787**	-0,1797	0,6529**
P 100gr.						-0,1942	-0,1589	-0,2525*	-0,3275**
N. perf.							0,8889**	-0,3474**	0,296**
N. pan.								-0,2634**	0,2394*
N. G/P									-0,4867*

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

a) Temperatura do dossel foliar:

Nota-se que não houve correlações significativas entre temperatura do dossel foliar com nenhuma das outras variáveis analisadas.

Nota-se na figura 12 que não há correlação significativa ($P > 0,05$) entre as temperaturas foliares com e sem estresse com o ISS.

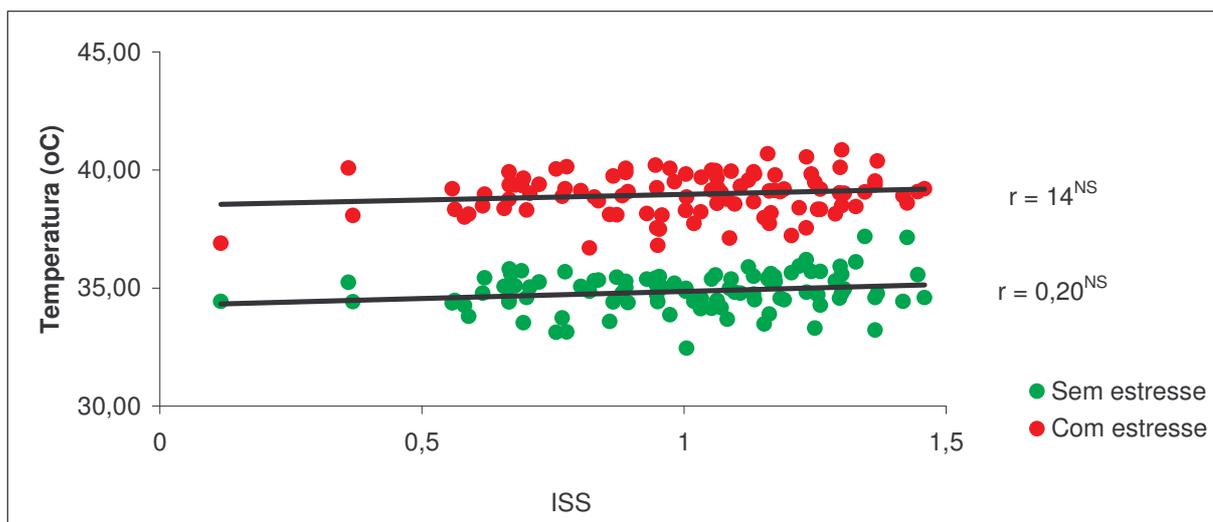


Figura 12: Temperatura foliar dos genótipos com e sem estresse *versus* o ISS.

b) Número de dias até a floração:

Para número de dias até a floração, houve correlação significativamente positiva com a altura, sendo que os genótipos com maior ciclo, tenderam a um maior porte, devido talvez, a ter maior tempo para o acúmulo de fotoassimilados. No entanto, tal fato não pode ser atribuído a alta produção, pois, não houve diferença ($P > 0,05$) entre floração e produção. Bernier et al. (2007) estudando o efeito do estresse hídrico em linhagens de arroz, encontraram correlação negativa entre o rendimento de grão sob esse estresse e o número de dias para o florescimento, onde as linhagens que tiveram menor rendimento sob circunstâncias de estresse tenderam um atraso no mesmo. De acordo com esses autores, o atraso no florescimento sob estresse é causado pela combinação de desenvolvimento floral mais lento e de taxa reduzida do alongamento da panícula. O atraso no florescimento sob estresse ocasionado por deficiência hídrica está associado com a susceptibilidade à seca e tem sido relacionado com as reduções no rendimento de grão e no índice de colheita (Pantuwan et al., 2002b). Kumar et al. (2007), encontraram correlação negativa altamente significativa entre dias até o florescimento e produção de genótipos de arroz sob condição de estresse ocasionado pela deficiência hídrica. Com relação à esterilidade das espiguetas não houve diferença significativa. O peso de cem grãos, o número de perfilhos e de panículas foi correlacionado negativa e significativamente com o número de dias até a floração. O número de grãos por panícula apresentou correlação significativamente positiva com o número de dias até a floração. O ISS foi correlacionado negativa e significativamente com número de dias até a floração.

Terán e Singh (2002) encontraram correlação significativamente negativa entre o ISS o tempo para a maturação em genótipos de feijão sob condição de estresse hídrico.

Na figura 13, observa-se as épocas de floração dos genótipos com e sem estresse e o ISS. Nota-se que não houve correlação significativa ($P > 0,05$) entre as épocas de floração e o ISS.

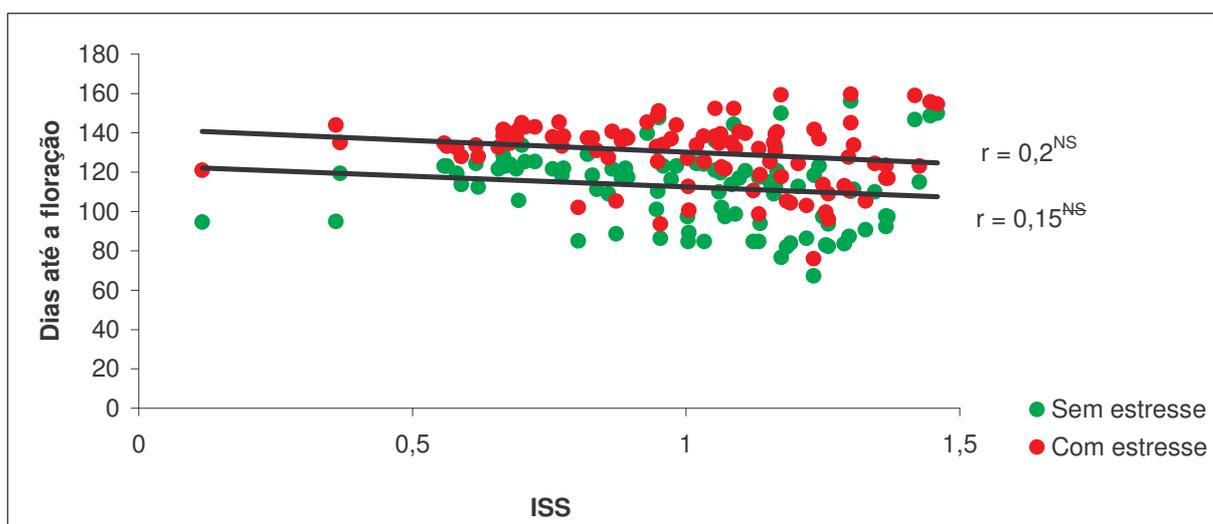


Figura 13: Dias até o florescimento dos genótipos com e sem estresse *versus* o ISS.

c) Altura:

A altura das plantas apresentou correlação positiva com a produção, onde os genótipos com maior porte tenderam apresentar maiores produções. A altura das plantas apresentou correlação significativamente negativa com a esterilidade das espiguetas, no entanto não apresentou diferença significativa para o peso de cem grãos. Com relação às variáveis número de perfilhos e de panículas m^{-2} , a altura das plantas apresentou correlação significativamente negativa. O número de grãos por panícula foi correlacionado significativamente positivamente com altura das plantas, havendo um tendência do aumento no número de grãos por panícula com a altura das mesmas. O ISS apresentou correlação significativa e negativa com a altura das plantas. Esses resultados são contrários àqueles encontrados por Grzesiak et al. (1996), em estudos realizados com genótipos de feijão, onde relatam ter encontrado correlação altamente positiva entre o ISS e a altura dos mesmos. Kumar et al. (2007), estudando o efeito do estresse hídrico em genótipos de arroz, relatam que os materiais que conseguiram acumular maior biomassa sob esta condição, conseguiram também maior enchimento de grãos, diminuindo assim, a esterilidade das espiguetas.

Nota-se na figura 14, que não houve correlação significativa ($P > 0,05$) entre as alturas dos genótipos tanto na condição sem estresse como na condição de estresse por deficiência hídrica e o ISS.

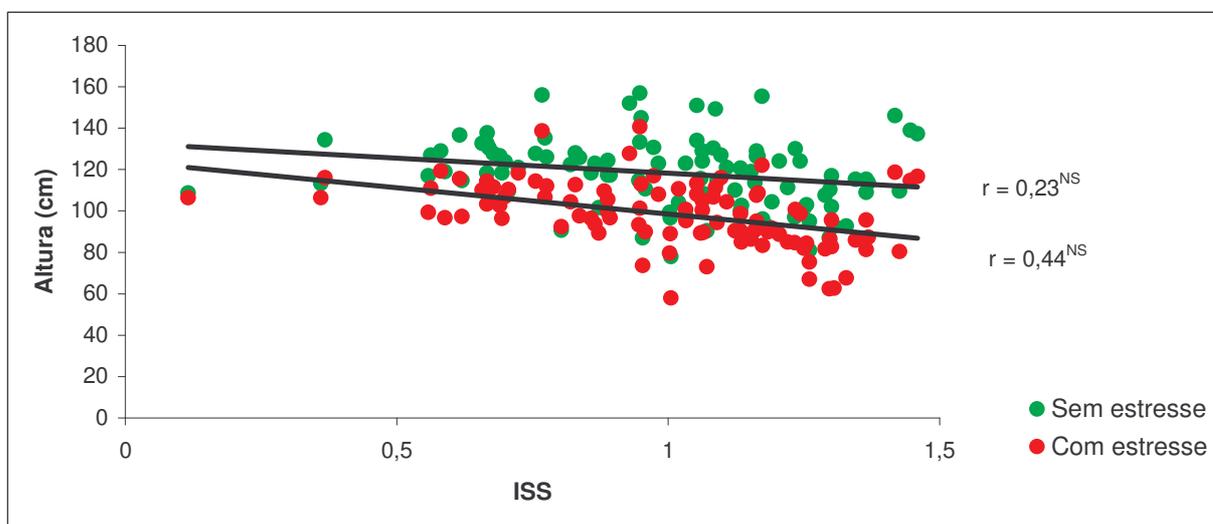


Figura 14: Altura dos genótipos nas condições com e sem estresse *versus* o ISS.

d) Produção:

A produtividade apresentou correlação negativa altamente significativa com a esterilidade das espiguetas, corroborando com os resultados apresentados por Yue et al. (2006), que encontraram correlação positiva e altamente significativa entre o rendimento relativo por planta e a fertilidade das espiguetas. Kumar et al. (2007), estudando o efeito da condição de estresse hídrico em genótipos de arroz, encontraram correlação negativa altamente significativa entre a esterilidade das espiguetas e a produção. O peso de cem grãos foi correlacionado positiva e significativamente com a produtividade sob estresse. Não foi encontrada diferença significativa entre a produção e o número de perfilhos.

O número de panículas m^{-2} apresentou correlação negativa e significativa com a produtividade. Kumar et al. (2007) não encontraram correlações significativas entre o número de panículas e a produção de genótipos de arroz sob condição de estresse hídrico. A produtividade apresentou correlação positiva e significativa com o número de grãos por panícula. O ISS apresentou correlação significativamente negativa com a produtividade. Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Lazar et al. (1995), os quais relatam ter havido correlação negativa entre o ISS e a produtividade em ambientes sob estresse, para linhas estreitamente

relacionadas de trigo. Terán e Singh (2002) encontraram correlação significativamente negativa entre o ISS e a produção em genótipos de feijão conduzidos sob estresse hídrico.

Observa-se na figura 15, que não houve correlação significativa ($P > 0,05$) entre a produtividade sem estresse e o ISS. Porém, houve correlação significativa ($r = 0,78$) entre a produtividade sob condição de estresse por deficiência hídrica e o ISS. Tal fato pode ser explicado devido à produtividade nessa condição sofrer interferência do estresse de seca, sendo essa resposta nesta condição o que o ISS avalia.

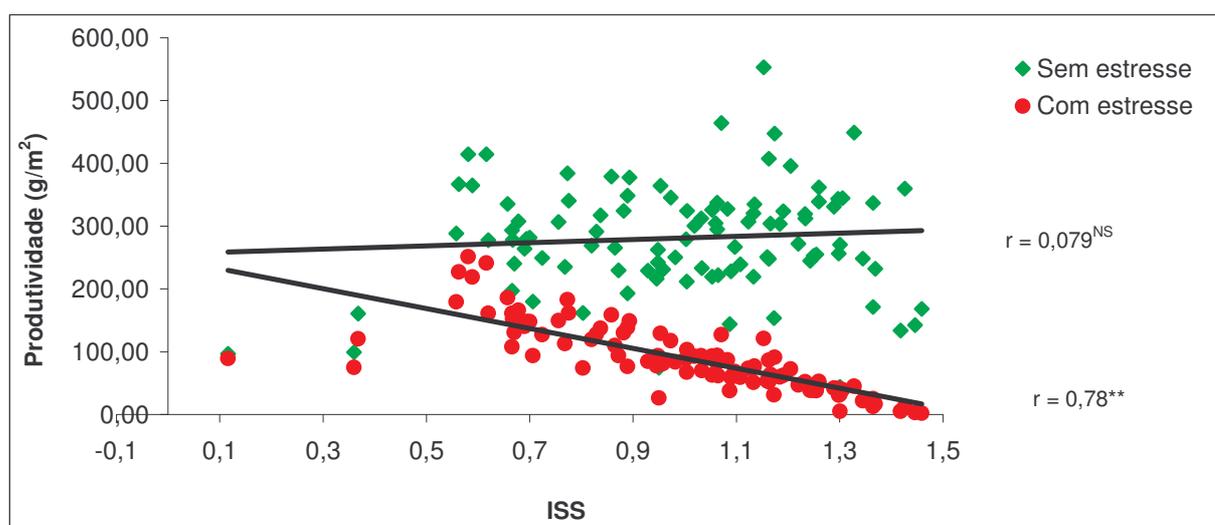


Figura 15: Produtividade com e sem estresse *versus* o ISS.

e) Peso de cem grãos:

Não houve diferenças entre o peso de cem grãos e número de perfilhos e de panículas m^{-2} ($P > 0,05$). No entanto, foi encontrada correlação negativa e significativa para o número de grãos por panícula, havendo tendência de aumento no peso dos grãos quando se diminui o número de grãos por panícula. Esses resultados são contrários àqueles apresentados por Yue et al. (2006), que encontraram correlação positiva entre o número de grãos por panícula e o peso de grãos para linhagens F9 e F10 de arroz oriundos do cruzamento das cultivares Zhenshan 97 (*Oryza sativa* L. ssp. *índica*) e IRAT109 (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*), em experimentos realizados por dois anos consecutivos. O ISS também foi correlacionado negativa e significativamente com o peso de cem grãos, havendo uma tendência de diminuir o peso dos grãos quando se têm o aumento do ISS.

Na figura 16, nota-se que não houve correlação significativa entre o ISS e o peso de cem grãos para a condição sem estresse hídrico.

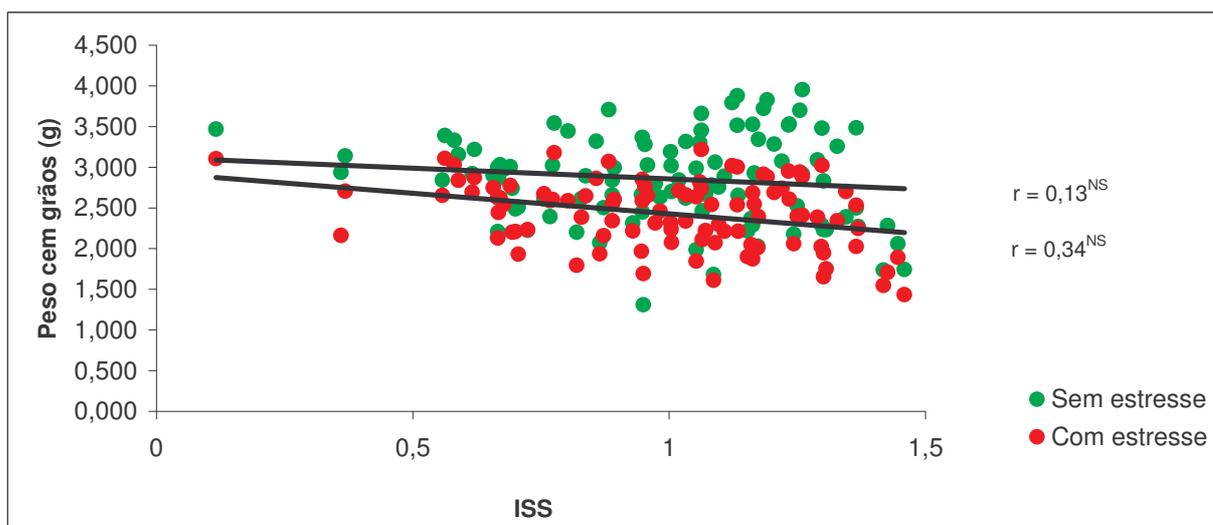


Figura 16: Peso de cem grãos com e sem estresse versus o ISS.

f) Número de perfilhos:

Foi encontrada, como esperado, alta correlação positivamente significativa entre o número de perfilhos e de panículas m^{-2} . Para o número de grãos por panícula foi encontrada correlação negativa e significativa com relação ao número de perfilhos. O ISS foi correlacionado positivamente com o número de perfilhos m^{-2} (Figura 17). De acordo com trabalho realizado por Gomez et al. (2006), com linhagens de arroz, o comprimento da panícula e o número de perfilhos produtivos tiveram correlações positivas e significativas com rendimento de grãos sob o estresse por deficiência hídrica.

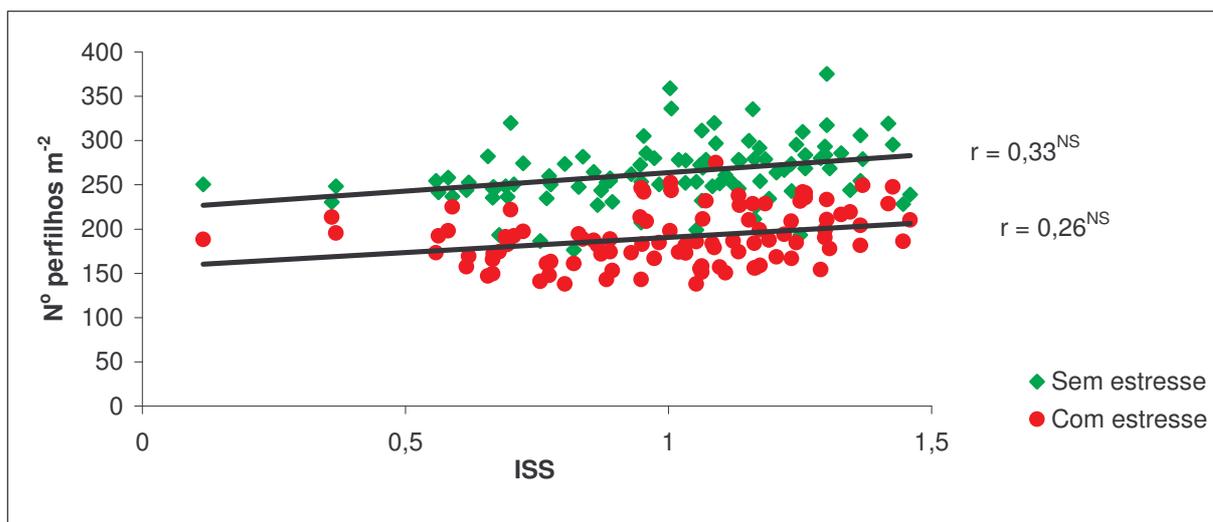


Figura 17: Número de perfilhos com e sem estresse de seca versus o ISS.

g) Número de panículas:

Assim como o número de perfilhos m^{-2} , o número de panículas foi correlacionado negativa e significativamente com o número de grãos por panícula, e correlacionado positivamente com o ISS (Figura 18), onde os genótipos que apresentaram maiores números de grãos por panícula, tenderam a apresentar menores ISS.

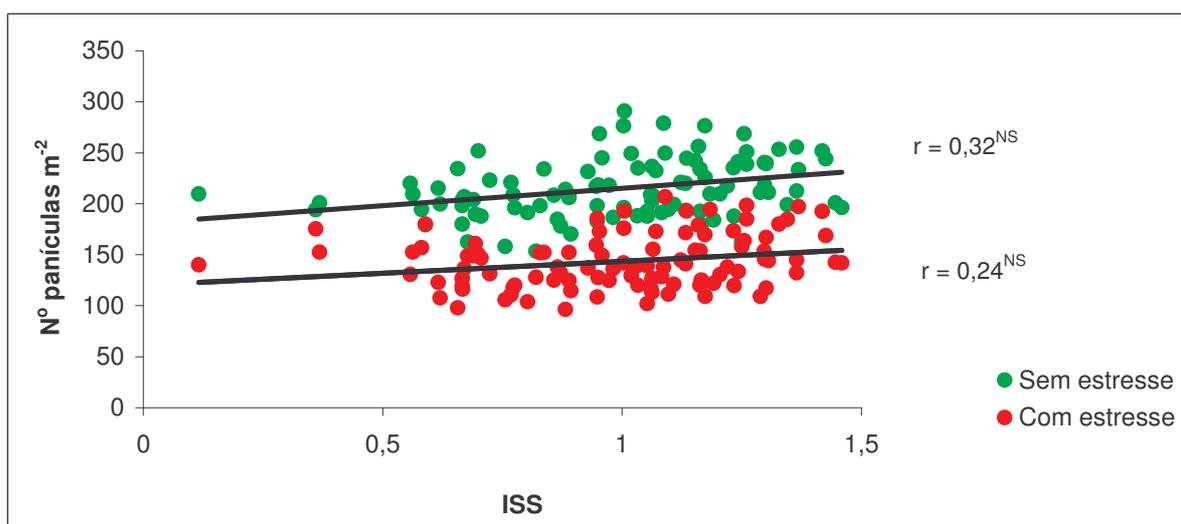


Figura 18: Número de panículas com e sem estresse de seca versus o ISS.

h) Número de grãos por panícula:

Para o número de grãos por panícula e o ISS foi encontrada correlação negativamente (Figura 19), havendo tendência do aumento no ISS quando se diminui o número de grãos por panícula, pois o número de grãos por panícula, está diretamente relacionado com a produção, que é uma das variáveis ligadas ao ISS.

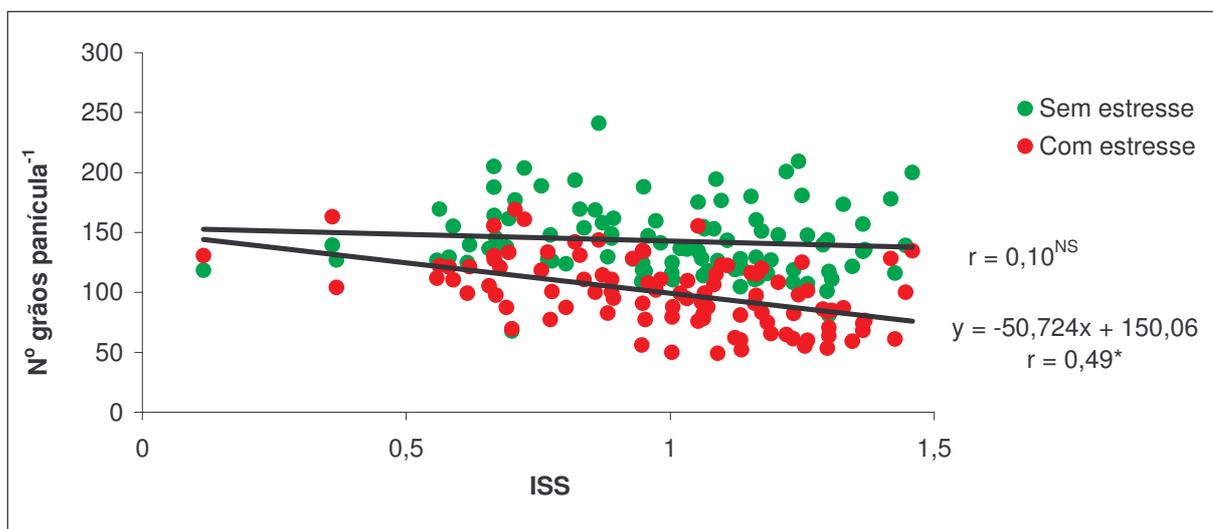


Figura 19: Número de grãos com e sem estresse de seca versus o ISS.

4 CONCLUSÕES FINAIS

Apesar do coeficiente de variação baixo, não foram encontradas diferenças significativas entre as médias dos genótipos com relação à temperatura do dossel foliar, em ambas as condições avaliadas, não apresentando também correlações significativas com nenhuma das outras variáveis analisadas, concluindo-se, portanto, que essa característica deve ser uma variável independente das outras analisadas. O uso dessa variável pode ser dificultado como característica de diferenciação entre genótipos.

A esterilidade das espiguetas foi a variável que apresentou grande variação entre os genótipos, havendo maior esterilidade na condição de estresse hídrico. Para a grande maioria dos genótipos com as maiores produções, as esterilidades das espiguetas situaram-se dentre as mais baixas, podendo servir esta variável, como diferenciadora entre genótipos mais tolerantes à condição de estresse hídrico. Apresentou também, correlação significativamente negativa com a produção, havendo maior esterilidade na condição de estresse hídrico, podendo servir, como característica de diferenciação entre os genótipos mais tolerantes para condição de estresse hídrico.

Para o número de perfilhos e de panículas não foi encontrado diferenças significativas entre os genótipos na ausência de estresse hídrico. Porém, ressalta-se ter havido diferenças entre os mesmos na presença deste estresse. Houve diferenças significativas entre os ambientes, com uma tendência de menor número desse na condição de estresse de seca.

O peso de cem grãos foi correlacionado negativa e significativamente com a esterilidade das espiguetas, onde na condição de estresse hídrico, as plantas tentem a reduzir a produção e translocação de fotoassimilados, aumentando a esterilidade das espiguetas e diminuindo os carboidratos exportados para os grãos.

Os genótipos Catetão e Quebra Cacho apresentaram-se entre as melhores produtividades sob estresse, ISS relativamente baixos e produtividades acima das 4 t ha⁻¹ na condição sem estresse, mostrando-se bem produtivos em ambas as condições, e entre os mais adaptados sob estresse ocasionados por deficiência hídrica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIE, T.; CORDEIRO, C. M. T.; FONSECA, J. R.; ALVES, R. de B. das N.; BURLE, M. L.; BRONDANI, C.; RANGEL, P H. N.; CASTRO, E. da M. de; SILVA, H. T. da; FREIRE, M S.; ZIMMERMANN, F. J. P.; MAGALHÃES, J. R. Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n. 2, p.129-136, 2005.

AGUIAR, P. H., **Melhoramento e desenvolvimento de novas cultivares de algodão safra 2004/2005**, Fundação MT, Fundo de apoio à cultura do algodão. outubro de 2005, Disponível em: <http://www.facual.org.br/pesquisa/arquivos/relat_rio%20-%202004.05%20FINAL%20MELHORAMENTO%20-%2026-09-2005.pdf> Acesso em:22/01/2007.

ARAGÃO, F. J. L., **Melhoramento de plantas: a experiência nacional**, Laboratório de Transferência e Expressão de Genes, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, *Ciência Hoje* 203, abril de 2004, Disponível em:<<http://ich.unito.com.br/855>> Acesso em: 22/01/2007.

ARAÚJO, J. L. S. de; MARGIS-PINHEIRO, M.; RUMJANEK, N. G. Proteínas de choque térmico e tolerância a altas temperaturas em plantas. *Documentos*, 80, **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica, 1998, 27p.

BABU, R. C.; NGUYEN, B. D.; CHAMARERK, V.; SHANMUGASUNDARAM, P.; CHEZHIAN, P.; JEYAPRAKASH, P.; GANESH, S. K.; PALCHAMY, A.; SADASIVAM, S.; SARKARUNG, S.; WADE, L. J.; NGUYEN, H. T. Genetic Analysis of Drought Resistance in Rice by Molecular Markers: Association between Secondary Traits and Field Performance, **Crop Science**, v. 43, p,???, 2003.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**, Editora UFV, 8ª edição, Viçosa, 2006, 625 p.

BERNIER, J.; KUMAR, A.; RAMAIAH, V.; SPANER, D.; ATLIN, G. A Large-Effect QTL for Grain Yield under Reproductive-Stage Drought Stress in Upland Rice. **Crop Science**, v. 47, p. 507–518, 2007.

BOONJUNG, H; FUKAI, S, Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions. 2. Phenology, biomass production and yield, **Field Crops Research**, v.48, p. 47-55, 1996.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**, Editora UFV, 2ª ed., Viçosa 1998, 453p.

BOTA, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress? **New Phytologist**, v.162, p.671–681, 2004.

BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. de, **Melhoramento Genético de Plantas: princípios e procedimentos**, 2ª ed., UFLA, Lavras, 2006, 319 p.

CASTRO, E. M. de; BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P. H. N.; MORAES, O. P. de, Melhoramento do Arroz, In BORÉM, A., **Melhoramento de espécies cultivadas**, Editora UFV, Viçosa 1999, pág. 95-130: 817p.

CENTENO, A. J. **Curso de estatística aplicada à biologia**. Centro Editorial e Gráfico da UFG. Goiânia, 1990, 188 p.

CHAISSOMPONGPAN, N.; LI, P. H.; DAVIS, D. W. & MARKHART III. A. H. Photosynthetic response to heat stress in common bean genotypes differing in heat acclimatation potencial. **Crop Science**, v.30, p.100-104, 1990.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture, **Journal of Experimental Botany**, v.55, p. 2365-2384, 2004.

COSTA, M. M. et al., Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004001100007> Acesso em: 15/01/2007.

CORTEZ, H. Série: **Consciência e Meio Ambiente, Tema: Aquecimento Global e Água**. 2004, 95p.

COURTOIS, B; LAFITTE, R. Improving rice for drought-prone upland environments, In: ITO, O.; O'TOOLE, J.; HARDY, B. (Ed.). **Genetic Improvement of Rice for Water-Limited Environments**. Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute, 1999, p. 35-56

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Componentes de produção e produtividade de grãos de arroz de sequeiro em função do espaçamento e da densidade de semeadura, **Scientia Agrícola**, v.56, n.1, 1999

CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ZUCARELI, C.; SÁ, M. E.; NAKAGAWA, J. Produção e qualidade fisiológica de sementes de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica, **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.2, p.287-293, 2001

CRUZ, C. D. Programa GENES: Aplicativo Computacional em Estatística Aplicada à Genética (GENES - Software for Experimental Statistics in Genetics). **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n.1, 1998

DESSAI, S.; TRIGO, R., **A Ciência das Alterações Climáticas**, 1999, Disponível em: <<http://www.cru.uea.ac.uk/~ricardo/pdf/flad1.pdf> >, Acesso em 15/05/2008

DURÃES, F. O. M.; SANTOS, M. X. dos; GOMES E GAMA, E. E.; MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, C. T. Fenotipagem associada à tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores. **Circular Técnica 39**, ISSN 1518-4269, Embrapa, Sete Lagoas, 2004.

EMBRAPA, Manejo da água em arroz irrigado, cultivo do arroz irrigado no Brasil, **Sistemas de Produção 3**, 2005, ISSN 1806-9207, Versão Eletrônica, Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasi/cap10.htm>>, Acesso em: 20/05/2008

FERRI, M. G., **Fisiologia Vegetal**. Editora Pedagógica e Universitária, 2ª edição, São Paulo, 1985, 362 p.

FISHER, R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I grain yield responses, **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 29, p. 897-912, 1978.

FUKAI S, COOPER M. Development of drought-resistant cultivars using physio-morphological traits in rice. **Field Crops Research**. v.40, p.67-86, 1995.

FUKAI, S.; PANTUWAN, G.; JONGDEE, C.; COOPER, M. Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. **Field Crops Research**. v. 64, p. 61-74, 1999.

GOMEZ, S. M.; KUMAR, S. S.; JEYAPRAKASH, P.; SURESH, R.; BIJI, K. R.; BOOPATHI, N. M.; PRICE, A. H.; BABU, R. C. Mapping QTLs Linked to Physio-Morphological and Plant Production Traits under Drought Stress in Rice (*Oryza sativa* L.) in the Target Environment. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**, v. 2, n. 4, p. 161-169, 2006.

GRZESIAK, S.; IJIMA, M.; KONO, Y.; YAMAUCHI, A. Differences in drought tolerance between cultivars of field bean and field pea. Morphological characteristics, germination and seedling growth, **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 19. n. 3, p. 339-348, 1997.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Potafós**, Arquivo do Agrônomo, v. 13, 2002

HSIAO, T. C. The soil-plant-atmosphere continuum in relation to drought and crop production, In: **Drought resistance in crops with emphasis on rice**, International Rice Research Institute, Los Baños Philippines, 1982, p. 39-52

HAVEN,

HUANG, Y.; XIAO, B.; XIONG, L. Characterization of a stress responsive proteinase inhibitor gene with positive effect in improving drought resistance in rice. **Planta**, v. 226, p. 73-85, 2007.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, **Monitoramento das Estações Automáticas**, Gurupi, - TO, Dados. 2008, Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>, Acesso em: 15/07/2008

JAGADISH, S. V. K.; CRAUFURD, P. Q.; WHEELER, T. R. High temperature stress and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.), **Journal of Experimental Botany**, 2007, versão eletrônica, Disponível em: <http://64.233.179.104/translate_c?hl=pt>

BR&sl=en&u=http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/reprint/erm003v1&prev=/search%3Fq%3Dspikelet%2Bfertility%2Brice%26hl%3Dpt-BR> Acesso em: 09/06/2008

JONGDEE, B.; PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; FISCHER, K. Improving drought tolerance in rainfed lowland rice: An example from Thailand. **Agricultural Water Management**, v. 80, p. 225–240, 2006.

JONGDEE, B.; FUKAI, S.; COOPER, M. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice, **Field Crops Research**, v. 76, n. 2, p. 153-163, 2002.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan S. A., Rio de Janeiro, 2004, 452 p.

KIJNE, J. W., Abiotic stress and water scarcity: Identifying and resolving conflicts from plant level to global level, **Field Crops Research**, v. 97, p. 3–18, 2006.

KI-MOON, B., UNIC Rio, **Centro de Informações das Nações Unidas**, Renovação da agricultura é fundamental, 2008, disponível em: http://rio.unic.org/index.php?option=com_content&task=view&id=330&Itemid=73, acesso em: 15/05/2008

KLAR, A. E. **Irrigação: Frequência e quantidade de aplicação**, Editora Nobel, São Paulo, 1991, 156 p.

KUMAR, A.; BERNIER, J.; VERULKAR, S.; LAFITTE, H. R.; ATLIN, G. N. Breeding for drought tolerance: Direct selection for yield, response to selection and use of drought-tolerant donors in upland and lowland-adapted populations, **Field Crops Research**, v. 107, p. 221-231, 2008.

LAFITTE, H. R.; LI, Z.K.; VIJAYAKUMAR, C. H. M.; GAO, Y.M.; SHI, Y.; XU, J. L.; FU, B. Y.; YU, S. B.; ALI, A. J.; DOMINGO, J.; MAGHIRANG, R.; TORRES, R.; MACKILL, D. Improvement of rice drought tolerance through backcross breeding: evaluation of donors and selection in drought nurseries, **Field Crops Research**. v. 97, p. 77-86, 2006.

LAFITTE, R. Relationship between leaf relative water content during reproduce stage water deficit and grain formation in rice, **Field Crops Research**, v. 76, p. 165-174, 2002

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**, traduzido por: Prado, C. H. B. A., ed. RiMa, São Carlos, 2004, p???

LANCERAS, J. C.; PANTUWAN, G.; JONGDEE, B.; TOOJINDA, T. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice. **Plant Physiology**. v. 135, p. 384-399, 2004.

LAZAR, A. M. D.; SALISBURY, C. D.; WORRALL, W. D. Variation in drought susceptibility among closely related wheat lines, **Field Crops Research**, v. 41, p. 147-153, 1995.

LIU, L.; LAFITTE, R.; GUAN, D. Wild *Oryza* species as potential sources of drought-adaptive traits. **Euphytica**, v. 138, p. 149-161, 2004.

MACAN-MARKAR, M. Alimentação-Ásia: Arroz, alimento de luxo na Ásia, **IPS – Inter Press Service**, Bangcoc, 2008, Disponível em: <<http://www.mwglocal.org/ipsbrasil.net/nota.php?idnews=3625>> Acesso em: 18/05/2008

MACLEAN, J. L.; DAWE, D. C.; HARDY, B.; HETTER, G. P. Rice Almanac. 3^a ed. **Internacional Rice Research Institute**, Los Baños, Phillipines. 2002 p. 59-235.

MARCHIORO, V. S.; CARVALHO, F. I. F. de, OLIVEIRA, A. C. de; LORENCETTI, C.; BENIN, G.; SILVA, J. A. G. da; HARTWIG, I; SHIMIDT, D.; CARGNIN, A.; SIMIONI, D. Métodos de semeadura na condução de populações segregantes de aveia e suas interações com o ambiente de seleção, **Ciência Rural**, Santa Maria, 2005, vol. 35, n^o 2, p. 290-294

MARICLE, B. R.; COBOS, D. R.; CAMPBELL, C. S. Biophysical and morphological leaf adaptations to drought and salinity in salt marsh grasses. **Environmental and Experimental Botany**. vol. 60, 2007, p. 458-467

NGUYEN, H. T.; BABU, R. C.; BLUM, A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. **Crop Science**, v. 37, p. 1426-1437, 1997

NOGUEIRA, R. J. M. C., SANTOS, R. C. dos, BEZERRA C. N., SANTOS, V. F. dos, Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim submetidas a diferentes regimes hídricos, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol. 33, n.12, p.1963-1969, dez. 1998 Disponível em: <[http://atlas.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/0/d785299d4c1f5d8903256731005b8afb/\\$FILE/pab323-96.pdf](http://atlas.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/0/d785299d4c1f5d8903256731005b8afb/$FILE/pab323-96.pdf)> Acesso em: 15/01/2007.

OUK, M.; BASNAYAKE, J.; TSUBO, M.; FUKAI, S.; FISCHER, K. S.; COOPER, M.; NESBITT, H. Use of drought response index for identification of drought tolerant genotypes in rainfed lowland rice, **Field Crops Research**, v. 99, p. 48–58, 2006

PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATESEREKUL, S.; O'TOOLE, J. C. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands Part 1. Grain yield and yield components. **Field Crops Research**, v. 73, p. 153-168, 2002.

PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATESEREKUL, S.; O'TOOLE, J. C. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands 2. Selection of drought resistant genotypes, **Field Crops Research**, v. 73, p. 169-180, 2002.

PESSOA-FILHO, M.; BELO, A.; ALCOCHETE, A. A. N.; RANGEL, P. H. N.; FERREIRA, M. E. A set of multiplex panels of microsatellite markers for rapid molecular characterization of rice accessions, **BMC Plant Biology**, 2007, Rice accessions belonging to the EMBRAPA germplasm bank analyzed in this study, disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/content/supplementary/1471-2229-7-23-S2.doc>>, Acesso em: 12/06/2008

PINHEIRO, B. da S., **Arroz de terras altas: um salto de qualidade no Centro-Oeste do Brasil**, Arroz Brasileiro, set. de 2002, Disponível em: <<http://www.arroz.agr.br/site/artigos/020917.php>> Acesso em: 22/01/2007.

PINHEIRO, B. da S., **Cultivo do arroz de terras altas**, EMBRAPA Arroz e Feijão, Sistemas de Produção N° 1, ISSN 1679-8869, Versão eletrônica, jul. de 2003, Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/index.htm>> Acesso em: 30/12/2006.

PRASERTSAK, A.; FUKAI, S. Nitrogen availability and water stress interaction on rice growth and yield. **Field Crop Research**, v.52, n.1, p.249-260, 1997

RANGEL, P. N. **Utilização da espécie silvestre *Oryza glumaepatula* como doadora de alelos para aumento da produção e da tolerância à seca do arroz (*Oryza sativa*) via análise de AB-QTLs**. 2008. 123 p. Tese (Programa de pós-graduação em biologia) Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Goiânia 2008.

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 5, pág. 349- 357, 1996.

RAVEN, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E.; *Biologia Vegetal*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 906p.

RDH (a), **Relatório do Desenvolvimento Humano**, A competição pela água na agricultura, capítulo 5, 2006, Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/media/06-chapter5_pt1.pdf>, Acesso em: 18/05/2008

RDH (b), **Relatório do Desenvolvimento Humano**, Os agricultores pobres enfrentam uma dupla crise da água: as alterações climáticas e a competição, Cidade do Cabo, 2006, Disponível em: <http://akgul.bilkent.edu.tr/hdr/hdr2006/press/releases/portuguese/RP4-HDR06_PR4-PORT.pdf>, Acesso em: 18/05/2008

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**, Editora Manole LTDA, Piracicaba, 1990, 188 p.

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., ALVAREZ, V. H., **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª Aproximação, Viçosa – Minas Gerais, 1999, p. 281-282, 359p.

SANTOS, A. B. dos; RABELO, R. R. Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins, **Embrapa Arroz e Feijão**, Documentos 218, Santo Antonio de Goiás, 2008, 136 p.

SANTOS, G. P., SOARES, A. A., RAMALHO, M. A. P., **Predição do potencial genético de populações segregantes de arroz de terras altas**, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 4, p. 659-670, abr. 2001, Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n4/5148.pdf>> Acesso em: 26/12/2006.

SEAGRO, Secretaria da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, **Condições Ambientais**, Governo do Estado do Tocantins, Disponível em: <http://www.to.gov.br/seagro/v_menu.php?id=603> Acesso em: 05/02/2007

SHEERAN, J. **Rádio das Nações Unidas**, PMA compara crise de alimentos ao tsunami, 2008, Disponível em: <<http://www.un.org/radio/por/detail/5914.html>>, Acesso em: 15/05/2008.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 221-227, 2007.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. Tensão da água no solo e produtividade do arroz, Circular Técnico 19, **Embrapa – Cnpaf**, Goiânia, 1986, 6 p.

TAIZ, L.; ZEIGUER, E. Fisiologia Vegetal, Tradução de: Elaine R. Santarém, [et al.], 3ª ed., Porto Alegre, Artimed, 2004, 719 pág.

TERÁN, H.; SINGH, S. P. Comparison of Sources and Lines Selected for Drought Resistance in Common Bean, **Crop Science**, v. 42, p. 64-70, 2002.

TOKER, C.; ÇAGIRGAN, M. I. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions, **Tr. Journal of Agriculture and Forestry**, v. 22, p. 615-621, 1998.

VIDAL, M. S.; CARVALHO, J. M. F. C.; MENESES, C. H. S. G. Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos, Documentos 142, ISSN 0103-0205, **Embrapa**, Campina Grande 2005.

VENUPRASAD, R.; LAFITTE, H. R.; ATLIN, G. N. Response to Direct Selection for Grain Yield under Drought Stress in Rice. **Crop Science**, v. 47, p. 285-293, 2007.

WADE, L. J. Critical characteristics of rainfed rice environments and implications for rice improvement. In: ITO, O.; O'TOOLE, J.; HARDY, B. (Ed.). **Genetic Improvement of Rice for Water-Limited Environments**. Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute, 1999, p. 1-12

Xu, Y.; McCouch, S. R.; Zhang, Q. How can we use genomics to improve cereals with rice as a reference genome? **Plant Molecular Biology**. v. 59, p. 7-26, 2005.

Yue, B.; Xue, W.; Xiong, L.; Yu, X.; Luo, L.; Kehui Cui, K.; Jin, D.; Xing, Y.; Zhang, Q. Genetic Basis of Drought Resistance at Reproductive Stage in Rice: Separation of Drought Tolerance From Drought Avoidance. **Genetics Society of America**. v. 172, p. 1213-1228, 2006.

Zou, G. H.; Liu, H. Y.; Mei, H. W.; Liu, G. L.; Yu, X. Q.; Li, M. S.; Wu, J.H.; Chen, L.; Luo L. J. Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 49, p. 1508-1516, 2007.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)