



## PARAMETROS FOTOSSINTÉTICOS E CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa*)

### PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS AND MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF RICE GENOTYPES (*Oryza sativa*).

Patriota, M.A<sup>1</sup>; Tabosa, JN<sup>2</sup>; Simplício, J.B<sup>1</sup>; Ramalho, T.L<sup>1</sup>; Ferreira-Silva, S.L<sup>1</sup>;

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Pós-Graduação em produção Vegetal, CEP 063, 56.900-000, Serra Talhada-PE. Brasil. [maiapatriota@gmail.com](mailto:maiapatriota@gmail.com); [sergio.luiz@ufrpe.br](mailto:sergio.luiz@ufrpe.br), <sup>2</sup>Instituto Agronômico do Pernambuco, CP 1022, Recife-PE, Brasil.

**Resumo:** O arroz é um dos cereais mais produzidos no mundo, juntamente com o milho e o trigo. O objetivo deste estudo foi caracterizar quatro variedades de arroz com base em marcadores morfológicos e fotossintéticos essenciais aos processos de aclimação e crescimento. As sementes foram desinfetadas e semeadas em vasos contendo areia e vermiculita. Depois de nascidas, aplicou-se solução nutritiva junto a água de irrigação diariamente, a umidade do substrato foi mantida próximo da saturação. Após 90 dias, foram realizadas as análises de fluorescência da clorofila e curvas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>(Pn) em respostas ao CO<sub>2</sub> intracelular (Ci). As plantas foram coletadas e foi quantificado a altura de planta, número de folhas, perfilhos e sementes por vaso, massa das sementes, massa seca (MS) e massa fresca (MF). Os resultados mostram que a São Francisco apresentou maior capacidade de crescimento, devido a maior relação parte aérea/raiz, assim como maior número de sementes, folhas e perfilhos. Esse crescimento em conjunto com uma maior taxa máxima de fixação de CO<sub>2</sub> se comparado às demais, indica relação entre assimilação de carbono com a produtividade. A exposição das variedades de arroz ao incremento luminoso mostrou que a assimilação de CO<sub>2</sub> da variedade São Francisco está associada com sua eficiência fotoquímica, indicado pelas menores reduções da  $\Delta F/F_m'$  e qP, bem como pela maior ETR e NPQ. Conclui-se que a maior capacidade de crescimento da São Francisco é atribuída ao maior equilíbrio entre as fases fotoquímicas e de assimilação de carbono, atribuindo-lhe, a maior eficiência e produtividade.

**Palavras-chave:** Variedades; Fotossíntese; *Oryza sativa*;

**Introdução:** O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo, juntamente com o milho e o trigo. Sendo ele cultivado nos cinco continentes, porém a Ásia é a principal produtora, nela concentram-se mais de 80% da produção mundial (EMBRAPA,2015). Além de sua importância econômica no Brasil e no mundo, destaca-se também por ser planta modelo para estudos de fisiologia vegetal da família Poaceae (BEVITORI,2013). No Brasil, o arroz é cultivado em dois tipos de sistemas de produção, sendo eles terras altas ou sequeiro e várzeas ou inundado (MAUAD et al, 2011). Os genótipos utilizados em cada sistema são adaptados aos mesmos, de forma que seus aspectos divergem, mesmo dentro da própria espécie, o que reflete no crescimento e na produtividade de cada genótipo (CLEBER et al, 2008). Diversas características são consideradas para classificar as cultivares de arroz de sequeiro e irrigadas, entre elas, podem ser citadas a estrutura fenotípica da planta, adaptabilidade e dados relacionados ao uso do CO<sub>2</sub> e fotossínteses (EMBRAPA,2008). Este trabalho teve como objetivo, avaliar as variedades de arroz BRS Sertaneja, BRS Pepita, BRS Primavera e São Francisco com base em caracteres morfofisiológicos, a fim de identificar a variedade mais produtiva e de uso mais eficiente de recursos.





**Metodologia:** Quatro variedades de arroz (*Oryza sativa*), São Francisco, BRS Pepita, BRS Primavera e BRS Sertaneja tiveram suas sementes desinfetadas com hipoclorito de sódio a 5% por cinco minutos e foram semeadas em vasos de 2L contendo areia e vermiculita em proporção 1:1 (v/v). Depois de nascidas, aplicou-se solução nutritiva diariamente segundo as recomendações de Hogland e Arnon (1950). O desbaste foi realizado 10 dias após a germinação mantendo duas plantas por vaso, as mesmas foram irrigadas até a umidade do substrato ficar próximo da saturação, durante todo o ciclo da cultura. Após 90 dias, foram realizadas as análises de fluorescência da clorofila utilizando o MINI-PAM (Heinz Walz, Germany), através do método do pulso de saturação, determinando a fluorescência inicial ( $F_0$ ), a fluorescência máxima ( $F_m$ ), e estimando o rendimento quântico máximo do PSII ( $F_v/F_m$ ), a taxa relativa de transporte de elétrons (ETR), o quenching fotoquímico (qP) e o quenching não-fotoquímico (NPQ), bem como a eficiência quântica atual do PSII ( $\Delta F/F_m'$ ), sendo as variáveis ETR, qP, NPQ e  $\Delta F/F_m'$  determinadas em uma curva de resposta à luz, com densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) de 0 a  $1580 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , por um período de cerca de seis minutos. Também foram feitas as curvas de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $P_n$ ) em respostas ao  $\text{CO}_2$  intracelular ( $C_i$ ) com realizadas com o analisador de gás infravermelho GFS-3000 (Walz, Alemanha), com fonte de luz variando de 0 a  $2000 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , temperatura de  $28^\circ\text{C}$ , pressão parcial de  $\text{CO}_2$  a  $390 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . No mesmo dia das análises foi realizada a coleta destrutiva das plantas no qual foi coletados os dados morfológicos de altura de planta, número de folhas, perfilhos e sementes por vaso, massa das sementes, massa seca (MS) e massa fresca (MF) das plantas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante todo o processo, localizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada ( $07^\circ59'31''\text{S}$ ,  $38^\circ17'54''\text{W}$ ), estado de Pernambuco, Brasil.

**Resultados e discussão:** Os dados mostram que a variedade São Francisco apresentou maior massa de parte aérea que as demais variedades o que contribuiu para uma maior relação parte aérea/raiz (Tabela 1), assim como apresentou um maior número de sementes, folhas e perfilhos (Tabela 2) mostrando possuir uma maior capacidade de crescimento se comparada às variedades de sequeiro. O maior crescimento da variedade São Francisco pode ser associado com uma maior taxa máxima de fixação de  $\text{CO}_2$  (Figura 1) se comparado às variedades de sequeiro, indicando possivelmente uma relação da melhor assimilação de carbono com os parâmetros de crescimento e produtividade de grãos, no qual a variedade São Francisco apresenta uma fixação de carbono de  $\sim 55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , enquanto as demais variedades apresentam em torno de  $44 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . A exposição das variedades de arroz ao incremento da luminosidade ( $1600 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) mostrou que a maior assimilação de  $\text{CO}_2$  da variedade São Francisco pode está também associada com melhor eficiência fotoquímica (Figura 2), indicado pelos maiores valores dos parâmetros de eficiências quântica atual do PSII ( $Y(II)$ ) e de quenching fotoquímico (qP), o que demonstra ser mais eficiente na conversão de luz e ter um maior número de centro de reações abertos no PSII, o que indica uma maior atividade de transporte de elétrons para síntese de ATP, bem como é mostrado pela maior taxa de transporte de elétrons (ETR) e a baixa dissipação de energia na forma de calor pelo quenching não fotoquímico (NPQ), o que leva a concluir que está variedade, utiliza mais sua energia nos dois pilares principais de utilização energética (fotoquímico e





fluorescência) do que em perdas por calor, se comparado as variedades BRS Primavera, BRS Pepita e BRS Sertaneja. Na tabela 3, observa-se que a carboxilação máxima da rubisco ( $V_{\text{cmax}}$ ) entre as variedades de sequeiro não apresentam diferença significativas, ao comparar com a variedade São Francisco, possui uma maior carboxilação, o contrario ocorre com taxa máxima de transporte de elétrons ( $J$ ), em que a São Francisco é superior as demais variedades, o que já era de se esperar uma vez que ela possui uma maior ETR como já mostrado anteriormente. Com relação a Condutância de  $\text{CO}_2$  do mesofilo ( $G_m$ ) não existe diferença significativa entre as variedades, devido todas possuírem mesma condição ambiental, uma vez que a condutância é influenciada pela disponibilidade hídrica, que pode ou não limitar as trocas gasosas e consequentemente a condutância de  $\text{CO}_2$ , pelo fechamento estomático.

**Tabela 1:** Massa seca da parte aérea, raiz e relação parte aérea/raiz de quatro variedades de arroz (São Francisco, BRS Pepita, BRS Primavera e BRS Sertaneja).

Variedades	Massa seca (g/planta <sup>-2</sup> )			
	Raiz	Perfilho	Folha	Parte aérea/ raiz
São Francisco	57,38± 3,39 b	26,46± 3,37 a	17± 1,38 a	0,80 ± 0,05 a
BRS Pepita	79,70± 0,48 a	16,97± 2,09 b	8 ± 1,94 c	0,31 ± 0,04 c
BRS Primavera	44,53± 0,66 c	17,57 ± 3,07 b	12 ± 0,66 bc	0,68± 0,08 b
BRS Sertaneja	48,48 ± 4,57 bc	16,52 ± 2,94 b	16 ± 0,98 ab	0,68 ± 0,09 b

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente no teste de Turkey a 0,05 % de probabilidade

**Tabela 2:** Número de sementes, massa das sementes, número de folhas, número de perfilhos e altura de quatro variedades de arroz (São Francisco, BRS Pepita, BRS Primavera e BRS Sertaneja).

Variedade	Nº de sementes	Massa das sementes(g)	Nº folhas	Altura da planta (cm)	Nº de perfilhos
São Francisco	1481,33 ± 80,98 *	13,05 ± 4,198*	102,67 ± 5,51 a	96,67 ± 1,53 b	33 ± 6, 56 a
BRS Pepita	1137,67 ± 174,04 a	22,49 ± 1,98 a	68 ± 9,85 b	112 ± 1 a	19,33 ± 0,58 b
BRS Sertaneja	1244 ± 270,23 a	17,69 ± 2,15 a	72,67 ± 5,51 b	112 ± 1 a	20,67 ± 0,58 b
BRS Primavera	1022,33 ± 161,81 a	19,51 ± 5,98 a	69,33 ± 3,78 b	110,33 ± 4,51 a	18,33 ± 2,52 b

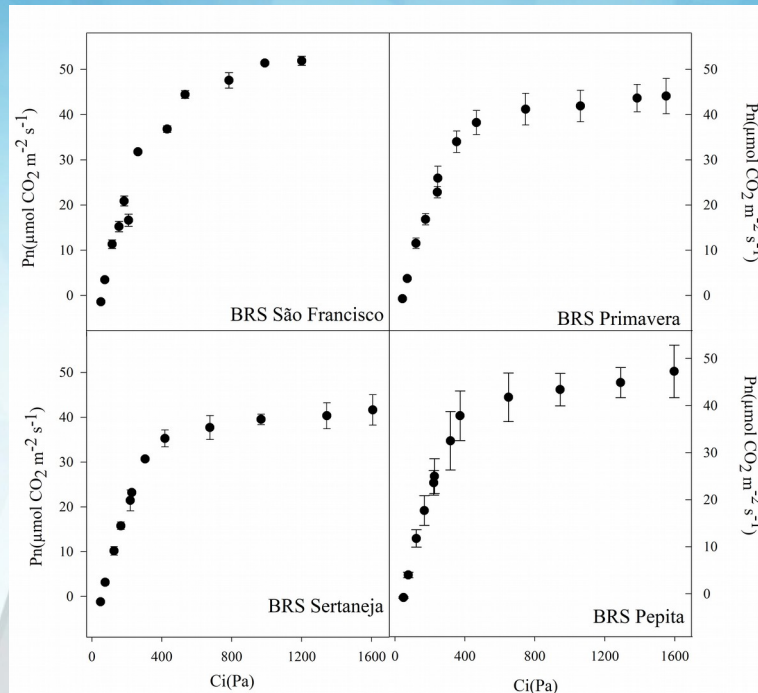
Letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente no teste de Turkey a 0,05 % de probabilidade. \*Não fez parte do teste por aborto de sementes

**Tabela 3:** Máxima carboxilação da rubisco ( $V_{\text{cmax}}$ ), taxa máxima de transporte de elétrons ( $J$ ) e Condutância de  $\text{CO}_2$  do mesofilo ( $G_m$ ) de quatro variedades de arroz (São Francisco, BRS Pepita, BRS Primavera e BRS Sertaneja).

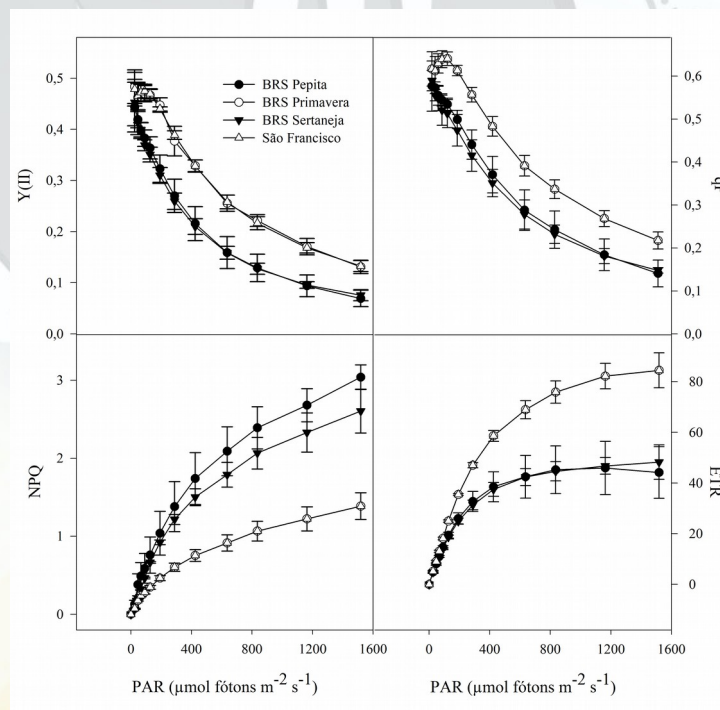
	$V_{\text{cmax}}$ ( $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	$J$ ( $\mu\text{mol e}^{-}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	$G_m$ ( $\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )
São Francisco	152,71±0,11b	138,48±0,23a	0,13±0,01ab
BRS Pepita	156,43±0,20ab	130,00±0,08b	0,14±0,04a
BRS Primavera	156,43±0,07ab	130,00±0,12b	0,14±0,08a
BRS Sertaneja	161,22±0,24a	127,78±0,03bc	0,13±0,02ab

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente no teste de Turkey a 0,05 % de probabilidade.





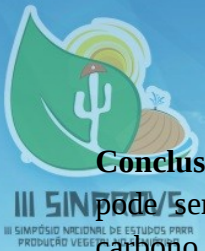
**Figura 1:** Curvas da fotossíntese ( $P_n$ ) em resposta a pressão intercelular de  $CO_2$  ( $C_i$ ) das variedades São Francisco (A), BRS Primavera (B), BRS Sertaneja (C) e BRS Pepita (D).



**Figura 2:** Eficiências quântica atual do PSII(A), quenching fotquímico (B), quenching não fotoquímico (C) e Taxa de transporte de elétrons (D) em função da curva de luz.







**Conclusões:** Conclui-se que a maior capacidade de crescimento da variedade São Francisco pode ser atribuída ao maior equilíbrio entre as fases fotoquímicas e de assimilação de carbono, atribuindo-lhe, a maior eficiência e produtividade.

**Agradecimentos:** UFRPE/UAST, CNPq, FACEPE, Prof. Josimar (UFRPE), Dr. Tabosa (IPA).

#### Referências:

- BEVITORI, R. Cultivo in vitro do arroz (*Oryza sativa* L.): conceitos básicos e protocolo. embrapa. Brasil. v 1. n 1. p 1, 2013.
- CLEBER M. GUIMARÃES, LUÍS F. STONE & PÉRICLES DE C. F. NEVES. Production efficiency of rice cultivars with phenotypic diversity. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.12, n.5, p.465–470, 2008.
- EMBRAPA.<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000-fok5vmke02wyiv80bhgp5prthhjx4.html>
- EMBRAPA.<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000foj-vokoc02wyiv80bhgp5povqqj3b.html>
- MAUAD, M.;; Crusciol, C. A. C. ; Filho, H. G. **Dry matter and plant nutrition of upland rice under water deficit and silicon fertilization.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 3, p. 939-948, jul/set. 2011.
- ROGER, M. J. R.; WEISS, O. Fluorescence techniques. In: Roger, M. J. R. (Ed), Handbook of plant ecophysiology techniques. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001, p.155

