

## PROCURANDO UM ARROZ C<sub>4</sub> MEDIANTE EXAME ANATÔMICO FOLIAR

FRANK JAMES ARAÚJO PINHEIRO<sup>1</sup>, TOMÁS DE AQUINO PORTES<sup>2</sup>,  
ELIANE STACCIARINI-SERAPHIN<sup>2</sup>.

Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, Brasil.

**RESUMO** - A possibilidade de se encontrar genótipos de arroz, gramínea C<sub>3</sub>, com características anatômico-foliares semelhantes às gramíneas C<sub>4</sub> levou ao presente estudo. Genótipos com características C<sub>4</sub> seriam superiores fotossinteticamente, mais adaptados ao estresse ambiental e mais produtivos. Nesta pesquisa foi observada a anatomia foliar de 483 exemplares de arroz, sendo 477 da espécie *Oryza sativa* L. e seis de outras espécies (*Oryza glumaepatula*, *O. glaberrima*, *O. nivara*, *O. rufipogon*, *O. flotante* e *O. longistaminata*). Na pesquisa, observou-se a presença de cloroplastos nas células da bainha vascular da cultivar CNA 6189. Em alguns outros genótipos, foram encontrados apenas vestígios de cloroplastos, e nenhum cloroplasto na maioria dos genótipos, como o IAC 25. Com base nos resultados encontrados, espera-se que por meio de técnicas de biologia molecular, características de plantas C<sub>4</sub> venham a ser incorporadas a plantas, como o arroz, melhorando substancialmente as suas potencialidades de adaptação a ambientes menos favorecidos.

**TERMOS ADICIONAIS PARA INDEXAÇÃO:** *Oryza sativa*, bainha vascular.

## SEARCHING FOR C<sub>4</sub> RICE THROUGH ANALYSIS OF LEAF ANATOMY

**ABSTRACT** – The objective of this study was search genotypes of rice, a C<sub>3</sub> Gramineae, with characteristics of leaf anatomy similar to C<sub>4</sub> Gramineae. Genotypes with C<sub>4</sub> characteristics would have higher photosynthetic rates, be better adapted to environmental stress and higher productivity. In these research was studied the leaf anatomy of 483 rice genotypes, 477 of which were *Oryza sativa* L. and six from other species (*Oryza glumaepatula*, *O. glaberrima*, *O. nivara*, *O. rufipogon*, *O. flotante* and *O. longistaminata*). The results showed that the cultivar CNA 6189 presented chloroplasts in the bundle sheath cells. Vestiges of chloroplasts were observed in some genotypes but no chloroplasts were found in other genotypes, such as IAC 25. It is expected that through molecular biology techniques, characteristics of C<sub>4</sub> plants might be incorporated into C<sub>3</sub> plants, such as rice, improving their potential to adapt to an adverse environment.

**ADDITIONAL INDEX TERMS:** *Oryza sativa*, bundle sheath.

---

Recebido: 25/6/2000 – Aceito: 3/10/2000

1. Prof. MS, Dpto Biologia, UFRR, Boa Vista-RR, 69310-270, Fax (095) 623 9063.

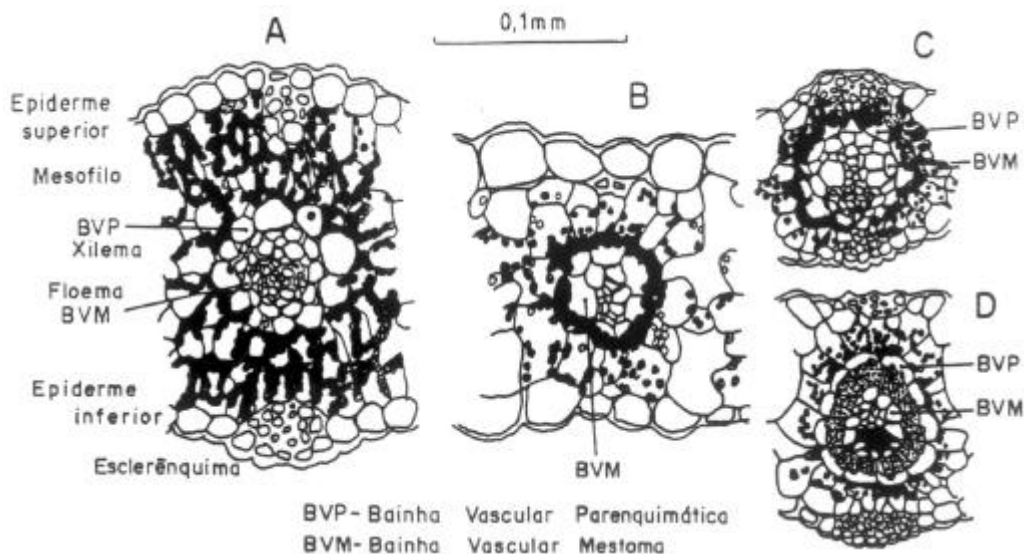
2. Prof. Dr. Dpto de Biologia Geral, UFG, Campus II, Caixa Postal 131, Goiânia-GO, 74.001-970. E-mail: portes@icb1.ufg.br

## INTRODUÇÃO

Espécies C<sub>4</sub> possuem uma série de atributos anatômicos e fisiológicos que as caracterizam como plantas mais resistentes a estresses ambientais e mais produtivas do que as C<sub>3</sub>. O arroz é uma gramínea C<sub>3</sub> com anatomia foliar bem parecida com gramíneas C<sub>4</sub>, mas com diferenças que a impedem de realizar o metabolismo C<sub>4</sub>. Nas plantas C<sub>4</sub>, as células da bainha vascular, envoltentes dos feixes vasculares, são grandes e ricas em cloroplastos. O arroz, espécie C<sub>3</sub>, como as plantas C<sub>4</sub>, possui bainha vascular, mas as células são desprovidas de cloroplastos (Figura 1) (Edwards e Walker, 1983; Cutter, 1987). Entretanto, Matsuo e Hoshikawa (1993), observando as células da bainha vascular do arroz ao microscópio eletrônico, notaram a presença de cloroplastos e grãos de amido no interior desses. A possibilidade de se encontrar, em genótipos de arroz, características anatômicas e metabólicas semelhantes às gramíneas C<sub>4</sub> poderia resultar em materiais com taxas fotossintéticas superiores às taxas de 40 - 50 mgCO<sub>2</sub>dm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>, encontradas por Yoshida (1981) para as cultivares

atuais, resultando em materiais mais adaptados ao estresse ambiental e mais produtivos. Alguns autores já tiveram essa preocupação, como Hegde and Joshi (1974), citados por Yoshida (1981), os quais encontraram na espécie *Oryza sativa* L. uma variedade índica tolerante à salinidade, em que opera um metabolismo semelhante à via C<sub>4</sub>. Tsunoda and Takahashi (1984), questionam este achado, mas não descartam a possibilidade de transferir para o arroz a via fotossintética C<sub>4</sub>. Srivastava and Yoshida (1990) enfatizam a necessidade de mais estudos nesse sentido, pois se essa possibilidade for concretizada, os ganhos fotossintéticos serão consideráveis e repassados à capacidade de acumulação de fitomassa, já que 95% da matéria seca total das plantas é formada por compostos de carbono oriundos da fotossíntese, mediante fixação do CO<sub>2</sub> atmosférico (Hall and Rao, 1980; Hart, 1988).

Com a presente pesquisa, objetivou-se procurar genótipos de arroz com características anatômico-foliares semelhantes às espécies C<sub>4</sub>, isto é, com presença de cloroplastos nas células da bainha do feixe vascular.



**FIGURA 1** - Esquema da seção transversal da folha de espécies C<sub>3</sub> (A) e C<sub>4</sub>: tipo NADP-ME (B), tipo PEP-CK (C), tipo NAD-ME (D). Adaptado de BOLHAR-NORDENKAMPF, 1982.

## MATERIAL E MÉTODOS

As sementes das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L) e demais espécies foram obtidas no Banco Ativo de Germoplasma (BAG), do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) da Embrapa, (Goiânia - GO). Ao todo, foram plantados 483 genótipos pertencentes à coleção do CNPAF (CNAs) depositados no BAG, dos quais 61 coletados de produtores por intermédio da Coleta de Arroz (CA), todos pertencentes à espécie *Oryza sativa* L., e seis exemplares de outras espécies diversas, também depositadas no BAG (Quadro 1).

O experimento foi conduzido no viveiro da Escola de Agronomia e no Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Goiás (UFG).

O plantio foi realizado dividindo-se os genótipos, a serem trabalhados, em grupos de 20, em cada etapa.

As sementes foram colocadas para germinar em vasos com capacidade de 1 litro, tendo como substrato terra preta com esterco curtido na proporção de 3:1, respectivamente. Os vasos foram mantidos sob sombrite com redução da luz em 30% e irrigados diariamente durante o período de crescimento das plantas até a observação anatômica das folhas, em torno de 40 dias após o plantio.

Após a observação anatômica dos primeiros 20 exemplares, estes foram arrancados, e um novo grupo, também de 20 cultivares, foi plantado nos respectivos vasos e, assim, sucessivamente a cada semana, até serem observados todos os 483 materiais.

### Observação anatômica

A observação da anatomia foliar do arroz foi realizada em cortes transversais a fresco, no terço médio da base da 5ª folha de plantas com 40 dias (Nelson and Langdale, 1989) e observadas em microscópio óptico comum (JENAMED-2, Germany), com aumento de 250x.

Procurou-se observar a bainha vascular, na expectativa de se encontrar cultivares que apresentassem cloroplastos proeminentes, nas células, ao redor dos feixes vasculares (Klink, 1986).

Baseando-se nessas observações, selecionaram-se 15 cultivares, das quais foram retiradas fotografias da bainha, utilizando-se fotomicroscópio (NIKON FX - 35, Japan), com aumento de 150x, 300x e 600x.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cortes transversais de folhas de arroz, observados ao microscópio óptico, são mostrados na Figura 2. Observa-se a presença da bainha do feixe vascular, semelhante à observado em outras gramíneas C<sub>3</sub> (Bolhàr-Nordencampf, 1982), nas quais observam-se a bainha mestoma mais internamente e a bainha parenquimática mais externa, desprovida de cloroplastos proeminentes, mas apresentando pequenos plastídios. A ausência de cloroplastos nas células da bainha torna a bainha vascular parenquimática do arroz desprovida da função de fixação CO<sub>2</sub> e metabolismo, ao contrário do que é observado nas gramíneas C<sub>4</sub> (Nelson e Langdale, 1992).

Pelos resultados, constata-se que apenas a cultivar CNA 6189 (Figura 2a) apresentou cloroplastos nas células da bainha vascular. Em alguns outros genótipos como por exemplo IAC 25, foram encontrados apenas vestígios de cloroplastos, (Figura 2b), e os demais praticamente não apresentaram cloroplastos. Portanto, a observação de que pelo menos um genótipo, CNA 6189, apresenta cloroplastos nas células da bainha vascular confirma os estudos da ultra-estrutura da folha de arroz utilizando microscópio eletrônico, feitos por Matsuo e Hoshikawa (1993), que verificaram a presença de cloroplastos nas células da bainha vascular do arroz, contendo grãos de amido em seu interior. Não fica descartada, assim, a possibilidade de se encontrar um genótipo de arroz C<sub>4</sub>.

**QUADRO 1** - Relação das cultivares de arroz observadas mediante o corte anatômico da lâmina foliar.

Nº	Nº BAG	Identificação	Nº	Nº BAG	Identificação	Nº	Nº BAG	Identificação	Nº	Nº BAG	Identificação	Nº	Nº BAG	Identificação
1	CNA-0412	Bico ganga	81	CNA-1282	HIP	161	CNA-2651	Nato	241	CNA-3274	BR - 1	321	CNA-3982	BKNLR 75001
2	CNA-0480	Bluebelle	82	CNA-1289	Holamaldiga	162	CNA-2652	Nira	242	CNA-3275	64 dias	322	CNA-3989	Chianung sen
3	CNA-0482	Blue bonnet	83	CNA-1339	Ipeaco - SL 769	163	CNA-2656	Naylamp	243	CNA-3276	Lebonnet	323	CNA-3992	Ecia 31-18-11
4	CNA-0484	Barbalho	84	CNA-1366	IRGA 408	164	CNA-2665	Nuglin	244	CNA-3277	Cica 9	324	CNA-4005	I 358
5	CNA-0486	Batatais	85	CNA-1372	Iguape agulha	165	CNA-2666	Native BKN	245	CNA-3281	Irat177 cabaçu	325	CNA-4033	LS(121)1 B-6
6	CNA-0487	Belém	86	CNA-1381	Ipeaco 163	166	CNA-2667	NP 125	246	CNA-3282	Irem 9-3-3	326	CNA-4043	PNA 237-F4
7	CNA-0495	Bico ganga	87	CNA-1382	Ipeaco 462	167	CNA-2668	Neang KAP	247	CNA-3293	B30007btb	327	CNA-4050	PND 185-1-1
8	CNA-0498	B. ganga peludo	88	CNA-1383	Ipeaco 162	168	CNA-2716	P738-97-3-1	248	CNA-3299	C 1064-5	328	CNA-4055	P881-19-22-4
9	CNA-0558	Blue rose	89	CNA-1393	IET 2881	169	CNA-2718	Pisari	249	CNA-3310	IET 5105	329	CNA-4062	RAU 4015-20
10	CNA-0560	Batatais	90	CNA-1394	IET 3069	170	CNA-2720	Pratão precoce	250	CNA-3332	CRM 14 BE-26	330	CNA-4073	Tnau 1722
11	CNA-0563	Blue patna	91	CNA-1395	IET 3125	171	CNA-2721	Pratão	251	CNA-3333	IR-10025-16-2	331	CNA-4078	UPR 82-1-7
12	CNA-0566	BG 66 - 1	92	CNA-1401	I agulha x IAC3	172	CNA-2723	Pérola	252	CNA-3337	M 55	332	CNA-4098	CNA 511-12-B
13	CNA-0581	Bonnete 73	93	CNA-1402	Iguapão	173	CNA-2728	Pelita I/1	253	CNA-3355	IR 7473-118	333	CNA-4107	CNA 444 BM
14	CNA-0585	Biplab	94	CNA-1406	IPSL 1669	174	CNA-2739	Paulistinha	254	CNA-3358	Sein ta lay	334	CNA-4120	Rio Paranaiba
15	CNA-0589	Bluebelle	95	CNA-1407	IPSL 2070	175	CNA-2743	Patna	255	CNA-3405	TO86B B3-B-B	335	CNA-4121	Guarani
16	CNA-0591	Blue bonnet 50	96	CNA-1408	Iguape agulha	176	CNA-2774	Pratão guedes	256	CNA-3411	Cica 8	336	CNA-4122	C. América
17	CNA-0595	Bhauwe hand	97	CNA-1413	IPSL 970	177	CNA-2812	P 761-87-3-2	257	CNA-3416	PI 291-674	337	CNA-4131	CNA 762310
18	CNA-0619	BG-96-2	98	CNA-1414	IPSL 570	178	CNA-2821	Palha murcha	258	CNA-3446	IR 34	338	CNA-4140	Rio Paraguai
19	CNA-0693	BG 90-2	99	CNA-1416	IPSL 574	179	CNA-2826	Ponta preta	259	CNA-3451	CNA-810078	339	CNA-4150	CNA 515-3-1
20	CNA-0716	Bluebelle	100	CNA-1418	IR-11-452-1-1	180	CNA-2844	Palawan	260	CNA-3452	Chianung 25	340	CNA-4152	Irem 73-2-1
21	CNA-0728	CICA-4	101	CNA-1419	Colômbia 1	181	CNA-2845	Puwakamalata	261	CNA-3453	X.2-D.T.	341	CNA-4159	IR2588-19
22	CNA-1025	Dourado seco	102	CNA-1420	Coreon	182	CNA-2846	Patnai 6	262	CNA-3458	RP 1158-72-1	342	CNA-4167	Irem 123-22
23	CNA-1051	BG90Colômbia	103	CNA-1421	O. S. 6	183	CNA-2848	Piedras negras	263	CNA-3464	CNA 810225	343	CNA-4168	L8068-R. doce
24	CNA-1052	Dourado agulha	104	CNA-1422	Cica - 4	184	CNA-2862	Precocinho	264	CNA-3474	C 1117-2	344	CNA-4172	Guaporé
25	CNA-1056	Dourado precoce	105	CNA-1423	Tapuripa - 161	185	CNA-2877	Registro 1322	265	CNA-3477	CNA 810130	345	CNA-4184	Metica-1
26	CNA-1063	Dawn	106	CNA-1424	Barah	186	CNA-2878	Rexoro	266	CNA-3479	Tom - 1 - 3	346	CNA-4186	CNA 79860
27	CNA-1064	Delta	107	CNA-425B459b.Pn.32.3.5		187	CNA-2883	Raminad STR	267	CNA-3482	IET 5389	347	CNA-4200	T. m. amarelo
28	CNA-1070	De abril	108	CNA-1426	DRN Nº 37	188	CNA-2884	Rizzoto 76-6	268	CNA-3487	Lambari	348	CNA-4206	Araguaia
29	CNA-1071	Dourado precoce	109	CNA-1430	IPSL 269	189	CNA-2889	Ratawee (137)	269	CNA-3490	Tom (mearim)	349	CNA-4212	Cica8/4440
30	CNA-1093	Dular	110	CNA-1432	IPSL 362	190	CNA-2890	Ratna samba	270	CNA-3492	IR 23548-99-2	350	CNA-4225	MG 32
31	CNA-1104	Dawn	111	CNA-1436	IPSL 562	191	CNA-2892	Ratna	271	CNA-3502	ASD 8	351	CNA-4243	OR 63-252
32	CNA-1105	De abril	112	CNA-1438	IPSL 769	192	CNA-2896	Rok 4	272	CNA-3505	BR-24-2-1	352	CNA-4651	P738-55-1-1

continua

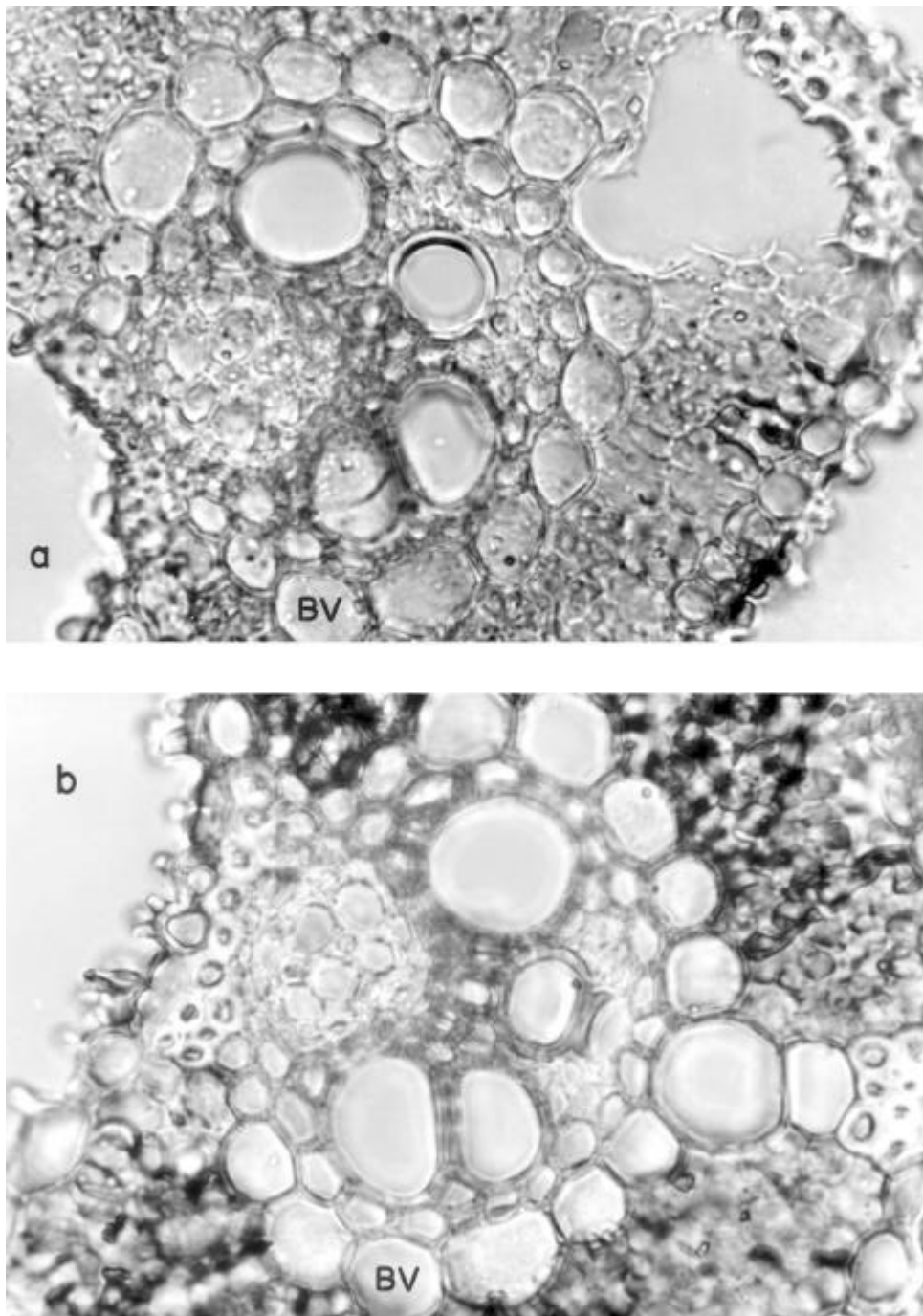
continuação				
33 CNA-1106 EEA - 405	113 CNA-1442 IPSL 1169	193 CNA-2898 Remaja	273 CNA-3512 CR 126-42-5	353 CNA-4664CNA296B-BM
34 CNA-1107 EEA - 401	114 CNA-1443 IPSL 1370	194 CNA-2912 Raminad STR	274 CNA-3524 Ecia 31-14-6-1	354 CNA-4744 CNA 791048
35 CNA-1108 EEA - 404	115 CNA-1444 IPSL 1469	195 CNA-2916 Suvale I	275 CNA-3528 HAV2-165-3-3	355 CNA-4747 CNA104-4-1-1
36 CNA-1109 EEA - 406	116 CNA-1452 IPSL 2270	196 CNA-2918 SML-4-66	276 CNA-3533 IR9828-41-2-1	356 CNA-4748 Cuiabana
37 CNA-1111 EDITH LONG	117 CNA-1459 CR 548-4-2-1	197 CNA-2919 Sigadis	277 CNA-3550 IR 15529-253	357 CNA-4768CNA296B-BM
38 CNA-1117 EEPG - 1 - 169	118 CNA-1460 IRAT 11	198 CNA-2921 Sona	278 CNA-3563 Kannagi	358 CNA-4773 IR 4619-57-1
39 CNA-1118 EEPG-Furnas	119 CNA-1462 IRAT 13	199 CNA-2923 Starbonnet	279 CNA-3570 KMP 47	359 CNA-4779 P914-921211B
40 CNA-1119 EEPG - 1 - 569	120 CNA-1472 IPSL 169	200 CNA-2945 Skirivimangot	280 CNA-3572 MRC 603-383	360 CNA-4787 7 canuto
41 CNA-1120 EEPG - 1 - 369	121 CNA-1557 IR 8	201 CNA-2961 Sorl 41/67	281 CNA-3578 OR 100-25	361 CNA-4801 PNA 235F4-66
42 CNA-1121 ESAV 36	122 CNA-1559 IR 20	202 CNA-2963 Seleção 388	282 CNA-3580 Ratambi 1751	362 CNA-4803 IR 4422-51112
43 CNA-1122 EEA 404	123 CNA-1614 IR 5	203 CNA-2999 SML 8/6	283 CNA-3593 Tnau 8872	363 CNA-4805 Irat 41
44 CNA-1129 9E	124 CNA-1814 IR 26	204 CNA-3003 Saturno	284 CNA-3603 UPR 7980	364 CNA-4832 Desconhecido
45 CNA-1134 Khao Maleuh	125 CNA-2023 IAC 47	205 CNA-3005 Sona	285 CNA-3613 BR 40-300-2-1	365 CNA-4846 KN 9
46 CNA-1145 Eratio	126 CNA-2030 IAC 1246	206 CNA-3010 Santa américa	286 CNA-3627B2797bMr-162	366 CNA-4848 Encapa 01
47 CNA-1154 EEA - 301	127 CNA-2040 IAC 435	207 CNA-3012 Setenta dias	287 CNA-3630 Chianung sen	367 CNA-4854 Norin 22
48 CNA-1155 EEA - 304	128 CNA-2047 IAC 120	208 CNA-3019 SZU maio	288 CNA-3633 CR 98 7223	368 CNA-4878 GS 76-117
49 CNA-1158 Fernandes	129 CNA-2049 IAC 47	209 CNA-3020 Saturn n° 561	289 CNA-3643IR11248.23-3-2	369 CNA-4881 GS 79-233
50 CNA-1165 Fortuna peludo	130 CNA-2052 IAC 5100	210 CNA-3021 SU YAI 20	290 CNA-3667 KMP 41	370 CNA-4888 TOX 502-25
51 CNA-1188 Fortuna	131 CNA-2054 IAC 1131	211 CNA-3032 SRI malaysiai	291 CNA-3668 MTU 7029	371 CNA-4897 PNA729F4247
52 CNA-1209 Galibi	132 CNA-2061 IAC 1246	212 CNA-3053 Taichung	292 CNA-3675 M61b-16-4	372 CNA-4927 P2058 F4-47-3
53 CNA-1215 Gerdajar	133 CNA-2066 IAC 120	213 CNA-3056 Tapuripa	293 CNA-3685OR 47-2 jajati	373 CNA-4943 P2851F4-145.7
54 CNA-1216 GEN 6155-44	134 CNA-2127 Jaguari	214 CNA-3071 Teixo	294 CNA-3687 PAU211B	374 CNA-4966 P 3084 F4-13
55 CNA-1218 GEN-61-1131	135 CNA-2129 Jaya	215 CNA-3072 Texas patna	295 CNA-3690 RP1064-14-2-3	375 CNA-5003PNA235F4.661
56 CNA-1223 GEN-6150-32	136 CNA-2154 Kapuri	216 CNA-3095 DRN n° 48	296 CNA-3695 SYC 77-6-57	376 CNA-5011 Pankhari 203 B
57 CNA-1224 GEN-5100	137 CNA-2172 Kanto N° 106	217 CNA-3096 ES 3-17-164	297 CNA-3702 V. 1 SL	377 CNA-5016 Zhenshan 97 B
58 CNA-1225 G3	138 CNA-2339 Linha 13c	218 CNA-3113 Tayanti-irin	298 CNA-3706 30 - TV	378 CNA 5030CNA1156BMB
59 CNA-1230 Guafira	139 CNA-2361 Lageado	219 CNA-3119 UPR-69-5-1	299 CNA-3708 32 - xuan-5-B	379 CNA-5055CNA1164BMB
60 CNA-1231 Guedes	140 CNA-2380 Linha 2491	220 CNA-3134 Xiou h. pevay	300 CNA-3714 Bknlr 75 091	380 CNA.5085CNA11921B4B
61 CNA-1237 Galibi	141 CNA-2387 Lev. hipoteca	221 CNA-3143 Washabo	301 CNA-3716Chianung	381 CNA 5107CNA1611B25B
62 CNA-1239 Guaiba	142 CNA-2391 Lead	222 CNA-3145 Washabo	302 CNA-3717 CO 39	382 CNA-5119 Falso acorni
63 CNA-1246 Gualon	143 CNA-2442 Lebonnet	223 CNA-3150 Zapata A70	303 CNA-3721IR 9729 - 67 - 3	383 CNA-5157 Pesagro 101
64 CNA-1246 Gualon	144 CNA-2446 LP790-B4-4-1t	224 CNA-3153 Irat 118	304 CNA-3738 CNA 810083	384 CNA-5158 Pesagro 101
65 CNA-1249 1 - G	145 CNA-2448 Linha 13 - 13	225 CNA-3170 ITA 164	305 CNA-3751Cica4/4440/cica	385 CNA-5159 Pesagro 103
66 CNA-1250 GOUE CC	146 CNA-2458 Mont. peludo	226 CNA-3175 IR 1561-3-3	306 CNA-3762 CNA 810131	386 CNA-5166 Douradão
67 CNA-1251 Gnagna	147 CNA-2459 Montanha liso	227 CNA-3179 Kanto n° 6	307 CNA-3786 CNA 810158	387 CNA-5180 Tangará
68 CNA-1252 Gaganiten	148 CNA-2463 Matão bco 432	228 CNA-3180 Esau	308 CNA-3824 CNA 810242	388 CNA-5195 Chianung sipi
69 CNA-1254 Gambiaka	149 CNA-2464 Marav. Sel.570	229 CNA-3181 KAU 1727	309 CNA-3848 CNA 810293	389 CNA-5196
70 CNA-1261 Govantzeti P	150 CNA-2493 MRC 179 - 9	230 CNA-3183PK123-41.1.1-1	310 CNA-3858 Ligeirinho	390 CNA-5204
71 CNA-1262 Gobo	151 CNA-2511 Morelos A 70	231 CNA-3187 Radon 2	311 CNA-3861 Ecia-S 103	391 CNA-5206 MS - 2
72 CNA-1263 Gnonkaba	152 CNA-2514 Magnolia	232 CNA-3188 Rasht 507	312 CNA-3868MRC 1476-741	392 CNA-5342 Rio Verde

continua

Continuação				
73 CNA-1264 Gove L	153 CNA-2515 Magali	233 CNA-3190 UPR251-101-2	313 CNA-3886 CNA 810089	393 CNA-5901 IAC 84-198
74 CNA-1268 63 - 83	154 CNA-2520 Mont. USO	234 CNA-3192 Giza - 172	314 CNA-3888 CNA 810091	394 CNA-6129 Empasc 103
75 CNA-1269 H 10/V7	155 CNA-2523 Matão	235 CNA-3194 Maligaya 1	315 CNA-3912 CNA 810184	395 CNA-6130 Empasc 104
76 CNA-1271 HV II	156 CNA-2524 Moroberekan	236 CNA-3205 Vialone nano	316 CNA-3914 CNA 810189	396 CNA-6131 BR-IRGA 411
77 CNA-1273 Honduras	157 CNA-2563 Makal. stand.	237 CNA-3207 BR 160-2B-53	317 CNA-3948 IET 5389	397 CNA-6187 Caiapó
78 CNA-1279 H 10/V7	158 CNA-2633 Naylamp	238 CNA-3211Lhiung-sen-tu-6	318 CNA-3949 P1274-6-8M	398 CNA-6189 IR9129-192-2
79 CNA-1280 HV II	159 CNA-2649 Novolato A71	239 CNA-3212 IAC 164	319 CNA-3960 BR - 2	399 CNA-6204 MG-2
80 CNA-1281 HIP	160 CNA-2650 North rose	240 CNA-3213 IAC 165	320 CNA-3964 DR - 92	400 CNA-6210 Epeal 101

## Sementes (selvagem) coletadas diretamente de produtores nos estados RO, AC, MS, ES, BA, CE, MG.

Nº	Nº BAG	Identificação	Nº	Nº BAG	Identificação	Nº	Nº BAG	Identificação	Nº	Nº BAG	Identificação
401	CNA-6221	Epeal 102				441	CA-850005	MS Arroz mindo	461	CA-780014	BA Manteiga
402	CNA-6378	BR/MS - 1				442	CA-850004	MS Bico preto	462	CA-780015	BA Brejeiro
403	CNA-6710	Carajás	423	CA-830065	RO Taguang	443	CA-780073	ES Paga dívida	463	CA-780280	CE Bico preto
404	CNA-6907	IAC 238	424	CA-830060	RO Amar. bico preto	444	CA-780075	ES Douradinho	464	CA-780281	CE Cano roxo
405	CNA-6908	IAC 248	425	CA-830059	RO Agulhão	445	CA-780077	ES Uba laginho	465	CA-780282	CE Mineiro
406	CNA-6965	CNA1503.1231	426	CA-830057	RO Ferrujão	446	CA-780076	ES Bico roxo	466	CA-780283	CE Agulha dourado
407	CNA-7024	CNA1503-12	427	CA-830055	RO IAC 101	447	CA-780079	ES Maranhão	467	CA-780284	CE Javames
408	CNA-7066	CNA1794 BJB	428	CA-830054	RO Goiano	448	CA-780082	ES Agulha	468	CA-780285	CE Anão do fim
409	CNA-7101	CNA 1582-5	429	CA-830052	RO Japonês claro	449	CA-780083	ES Paulistinha	469	CA-780286	CE Jaguarí
410	CNA-7141	CNARR 3009	430	CA-830050	RO Agulhinha branco	450	CA-780084	ES V. cama roxa	470	CA-780287	CE Paulista dourado
411	CNA-7307	Acrefino	431	CA-830089	RO Arroz comum	451	CA-780381	ES Texas patria	471	CA-780288	CE Moruin agulha
412	CNA-7796	IAC 1175	432	CA-820055	AC Arroz paulista	452	CA-780387	ES Sobradinho	472	CA-780289	CE Dourado sequeiro
413	Cica 8		433	CA-820050	AC Arroz bico preto	453	CA-780006	BA Agulhão	473	CA-780290	CE Ligeirinho
414	De abril		434	CA-850049	MS Branco 3 meses	454	CA-780007	BA Agulhinha	474	CA-780106	MG Arroz de maio
415	IAC 25		435	CA-850027	MS Arroz branco	455	CA-780008	BA Mineiro	475	CA-780108	MG
416	Preto CAU - 58		436	CA-850026	MS Aldeia Laulina	456	CA-780009	BA Ourinho	476	CA-780116	MG Seq./chapadeiro
417	<u>Oryza glumaepatula</u> - espécie selvagem coletada no Amazonas		437	CA-850025	MS Ferrujão	457	CA-780010	BA Amarelão	477	CA-780117	MG Cem dias
418	CNA-2712 <u>Oryza glaberrima</u>		438	CA-850018	MS 4 meses branco	458	CA-780011	BA Triâng. Mineiro	478	CA-780118	MG Baixada
419	CNA-2713 <u>Oryza nivara</u>		439	CA-850017	MS 4 meses	459	CA-780012	BA Agulha branco	479	CA-780119	MG Ministério
420	CNA-6202 <u>Oryza rufipogon</u> coletada em Uruana - GO		440	CA-850006	MS Amarelo novo	460	CA-780013	BA Maranh. vermelho	480	CA-780121	MG Lambari
421	CNA-6203 <u>Oryza flotante</u> coletada no Amazonas								481	CA-780122	MG 4 meses branco
422	CNA-7784 <u>Oryza longistaminata</u>								482	CA-780123	MG Guatambu
									483	CA-780124	MG Guapão



**FIGURA 2** - Corte transversal da folha das cultivares de arroz: CNA 6189 (a), IAC 25 (b) (600x). BV - Bainha Vascular.

Mesmo já tendo sido observado que durante o desenvolvimento genético de cultivares de arroz da espécie *Oryza sativa* L. não ocorrem mudanças na anatomia e na via de fixação do CO<sub>2</sub> (Raghavendra, 1980b), espera-se que pelo processo evolutivo ou pelas técnicas de engenharia genética essa espécie venha a incorporar algumas características da via C<sub>4</sub> (Raghavendra, 1980a; Ku, 1983; Bouton *et al.*, 1986; Rajendrudu *et al.*, 1986; Araus, 1991), como maior tolerância a temperaturas elevadas, à alta irradiância e a baixo suprimento de água, que são condições desfavoráveis para as espécies C<sub>3</sub>, mas toleráveis pelas C<sub>4</sub>, sendo, às vezes, benéfico para estas, como alta irradiância.

Embora a bainha vascular de praticamente todos os genótipos de arroz seja desprovida de cloroplastos, diferindo das espécies C<sub>4</sub>, alguns possuem pequenos plastídios na bainha vascular, o que não descarta a possibilidade de se desenvolver uma variedade de arroz do tipo C<sub>4</sub>.

## REFERÊNCIAS

- ARAUS, J. L. Comparative effects of growth irradiance on photosynthesis and leaf anatomy of *Flaveria brownii* (C<sub>4</sub> - like), *Flaveria linearis* (C<sub>3</sub> - C<sub>4</sub>) and their F<sub>1</sub> hybrid. **Planta**, 183:497-504, 1991.
- BOLHÀR-NORDENKAPF, H. R. Shoot morphology and leaf anatomy in relation to photosynthetic efficiency. In: Coombs, J. & Hall, D. O. (Eds). **Techniques in bioproductivity and photosynthesis**. Oxford: Pergamon Press, 1982. 58 - 65.
- BOUTON, J. H.; BROWN, R. H.; EVANS, P. T. & JERNSTED, J. A. Photosynthesis, leaf anatomy, and morphology of progeny from hybrids between C<sub>3</sub> and C<sub>3</sub> - C<sub>4</sub> *Panicum* species. **Plant Physiology**, 80:487-492, 1986.
- CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal**. Parte II - órgãos experimentos e interpretação. São Paulo, Roca, 1987. 336p.
- EDWARDS, G. & WALKER, D. **C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>: Mechanisms, and celular and environmental regulation of photosynthesis**. Oxford, Blackwell, 1983. 542p.
- HALL, D. O. & RAO, K. K. **Fotossíntese**. São Paulo, EPU, 1980. 89p.
- HART, J. W. **Light and plant growth**. London, Unwin Hyman, 1988. 204p.
- KLINK, C. A. **Estudo comparativo entre Gramíneas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> de sítios sombreados e abertos: Aspectos ecológicos**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 120p., 1986. Dissertação de Mestrado.
- KU, M. S. B. Photosynthetic characteristics C<sub>3</sub> - C<sub>4</sub> intermediate *Flaveria* species. **Plant Physiology**, 71:944-948, 1983.
- MATSUO, T. & HOSHIKAWA, K. **Science of the rice plant: Morphology**. Tokyo, Food and Agriculture Policy Research Center, 1993. 688p.
- NELSON, T. & LANGDALE, J. A. Patterns of leaf development in C<sub>4</sub> plants. **The Plant Cell**, 1:3-13, 1989.
- NELSON, T. & LANGDALE, J. A. Developmental genetics of C<sub>4</sub> photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 43:25-47, 1992.
- RAGHAVENDRA, A. S. Characteristics of plant species intermediate between C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> pathways of photosynthesis: Their focus of mechanism and evolution of C<sub>4</sub> syndrome. **Photosynthetica**, 14:271-283, 1980a.
- RAGHAVENDRA, A. S. Variation with age in the photosynthetic carbon fixation pattern by leaves of *Amaranthus paniculatus* and *Oryza sativa* L.: Change in the primary carboxylation but no shift from C<sub>4</sub> or C<sub>3</sub> pathway. **Physiologia Plantarum**, 49:405-409, 1980b.



- RAJENDRUDU, G.; PRASAD, J. S. R. & RAMA DAS, V. S. C<sub>3</sub> - C<sub>4</sub> intermediate species in *Alternanthera* (Amaranthaceae). **Plant Physiology**, 80:409-414, 1986.
- SRIVASTAVA, N. K. & YOSHIDA, S. Some physiological and photosynthetic characters of rice x sorghum and rice x wheat hybrids. **Euphytica**, 49:203-207, 1990.
- TSUNODA, S. & TAKAHASHI, N. **Biology of rice**. Tokyo, Japan Scientific Societies/Elsevier, 1984. 380p.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Manila, The International Rice Research Institute, 1981. 269p.