

## **Introducción, Desarrollo y Situación Actual de los Recursos Fitogenéticos de Arroz en Cuba.**

***Violeta Puldón, Jorge L. Hernández, Pedro J. Gómez, Rubén Alfonso, Enrique Suárez, José Martínez, Edelis Perdomo, Bertalina Leyva.***

**Instituto de Investigaciones del Arroz, Cuba**

**Teléfono: 0680-373550, 373260, 374496, 374497**

### **INTRODUCCION**

El arroz constituye el cultivo de mayor producción en el mundo, con más de 500 millones de toneladas anuales y el segundo más extensamente plantado, después del trigo, con más de 150 millones de hectáreas. A partir de la década del sesenta, la introducción de genes de enanismo, unida al incremento en el uso de fertilizantes, sistemas de riego y otros insumos, provocó notables aumentos en la producción del cereal a nivel mundial. Sin embargo, recientemente se ha manifestado un estancamiento en los rendimientos, siendo cada vez más difícil de alcanzar incrementos en los niveles de producción.

El Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo (FAO, 1998) mostró consenso entre los países sobre la insuficiente utilización de los recursos fitogenéticos conservados, y entre las limitaciones para su uso, se menciona la falta de datos sobre la caracterización y evaluación de los materiales conservados. Como consecuencia de estas limitantes, el Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, aprobado en la IV Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos en Leipzig, Alemania, en 1996, promovió la caracterización y evaluación del germoplasma para hacer más eficaces los programas nacionales de fitomejoramiento entre sus actividades priorizadas (FAO, 1996).

El Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) recomendó en su Informe Anual de 1999, sobre la conservación, uso y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos en el mundo, dar absoluta prioridad a la caracterización, evaluación y estudio del germoplasma conservado.

La caracterización de las especies de arroz ha sido una preocupación permanente de científicos y mejoradores. Desde finales del siglo XIX se comenzó la identificación de descriptores que permitieran una diferenciación entre especies y variedades. Los órganos florales fueron considerados, desde el inicio, de mucha importancia para la identificación de especies de plantas.

El arroz es un cereal altamente diverso; distinguir una variedad de otra constituye un reto para curadores y productores, por lo tanto es importante conocer la mayor cantidad de características morfológicas que puedan diferenciar una variedad (Loresto, 1996). Para realizar una adecuada distinción de variedades, fundamentalmente en el campo, se utilizan algunas características fundamentales como la pigmentación de las diferentes partes de la planta, la pubescencia de las hojas y las glumas, las características de las hojas, del tallo, de la hoja bandera y de la panícula, así como de los granos. Sin embargo, para una correcta identificación de variedades, siempre será necesaria la mayor cantidad posible de caracteres.

En una revisión realizada por Watanabe (1997), se reporta que la primera clasificación de variedades de arroz fue realizada en Japón en 1884, basada fundamentalmente en los granos. En 1885 se clasificó un gran número de variedades colectadas en varias partes del mundo, que incluían características asociadas al grano tales como: grano glutinoso y no glutinoso, forma y color del grano así como presencia y ausencia de aristas, lo cual fue una notable contribución. En el año 1934 se adicionaron algunos aspectos como por ejemplo, el período de maduración y la resistencia a enfermedades, en 1936 se incorporaron caracteres cuantitativos y cualitativos. Actualmente, además de los caracteres morfológicos se utilizan otros caracteres fisiológicos como la dormancia o latencia de la semilla, la sensibilidad a bajas temperaturas y la tolerancia a la sequía, para una descripción más completa.

Por su parte Weidong, *et al.* (2000), en la Encuesta Nacional sobre la Utilización del Germoplasma Conservado en el Banco Nacional de Recursos Fitogenéticos de China, determinaron que, de 35 000 accesiones de arroz conservadas en dicho banco, sólo el 9.3% de éstas era usado por los fitomejoradores en sus programas de mejoramiento; identificaron que entre los 24 factores que limitan el uso de los recursos fitogenéticos de varios cultivos, se encuentra la insuficiente caracterización y evaluación de los

materiales existentes en dicho banco y el desconocimiento de los mejoradores de la información existente.

Pese a los grandes resultados en el mejoramiento de los cultivares de arroz, muchos países enfrentan serias pérdidas en el germoplasma tradicional. La rápida modernización del cultivo y el desarrollo han acelerado la erosión de los cultivares indígenas. La colección de especies nativas y tradicionales constituye una seria preocupación de investigadores y mejoradores para asegurar su conservación a largo plazo (Nakagahra, 1997).

Debido a que las variedades nativas y tradicionales han sido cultivadas por largos períodos de tiempo por los campesinos, estas han desarrollado capacidades adaptativas a las condiciones locales. En este sentido, la incorporación en el germoplasma cultivado de nuevas fuentes de resistencia, citoplasmas y diversidad alélica y genotípica a partir del germoplasma tradicional, constituye una tendencia en aumento a nivel mundial. (FAO, 1996)

En Cuba existen variedades que han sido cultivadas durante mucho tiempo por pequeños productores en condiciones locales de parcelas y que muestran excelente calidad de grano u otras características de interés agronómico o industrial. Sin embargo, los principales estudios de caracterización morfoagronómica, , han sido realizados en los principales cultivares comerciales y hasta el momento no se había realizado ningún estudio de caracterización del germoplasma tradicional. Igualmente, no existía una información adecuada sobre el grado de diversidad genética acumulado en este material.

El arroz es un cultivo de una alta diversidad. Muchas veces encontramos variedades con diferentes características e igual nombre y en otras ocasiones la misma variedad cultivada en diferentes ecosistemas tienen diferentes nombres. Por lo tanto es muy importante conocer la mayor cantidad de características morfológicas que puedan distinguir una variedad. Los productores utilizan los caracteres agromorfológicos para la identificación de las variedades que cultivan. Para ellos, los caracteres más importantes son: rendimiento agrícola, calidad del grano, resistencia al acame, tolerancia a la sequía, a las bajas temperaturas y resistencia a enfermedades e insectos. Las variedades utilizadas por los pequeños productores, son seleccionadas durante varios ciclos para un carácter determinado que prevalece en esas condiciones, lográndose una buena adaptación. Estas

variedades son comúnmente “bautizadas” con nombres locales y difieren de las variedades originales.

El trabajo tiene como objetivo mostrar la influencia directa del BANGAC sobre todo el programa nacional de mejoramiento, así como su organización, desarrollo y principales logros obtenidos.

## **MATERIALES Y METODOS**

La introducción en nuestro país de variedades foráneas, se realizó por primera vez en los años 50 a través de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, las cuales provenían de Estados Unidos fundamentalmente. Después del triunfo revolucionario y con la fundación en 1969 del Banco Nacional de Germoplasma se comienza un proceso de introducción de más de 23 000 accesiones procedentes de 41 países fundamentalmente del IRRI que representa el 38% de toda la colección la que se ha conservado mediante semilla botánica.

El trabajo se realizó en áreas del Instituto de Investigaciones del Arroz, situado en el municipio Bauta, provincia de La Habana. Se partió de la regeneración de todas las variedades que habían sido nominadas por el Programa de Mejoramiento Genético de Arroz, desde sus inicios en la década del 70 hasta el año 2002.

### **- Descripción Varietal**

Para el experimento de evaluación y descripción, cada variedad fue sembrada en parcelas de 1m<sup>2</sup>, para garantizar un número de plantas que permitiera efectuar la descripción, así como su posterior conservación. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas, en un suelo Gley Vértico Crómico Nodular Ferruginoso (Hernández, *et al*, 1994). La preparación del suelo y las atenciones culturales del cultivo se realizaron según el Instructivo Técnico del Arroz (2000). Para la descripción se tomaron 10 plantas de cada variedad/réplica, seleccionadas totalmente al azar, sobre las que se registraron las características que aparecen en la Tabla 2.

La evaluación se realizó en las 30 variedades mejoradas nominadas por el programa de mejoramiento y en las 76 variedades tradicionales conservadas y colectadas por el banco, descritas según el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz IRRI (1996) y la metodología de Muñoz *et al.* (1993) la cual consta de 63 caracteres, los cuales se

diferencian en fijos y variables, de acuerdo con su interacción con el medio ambiente. Los descriptores fijos cualitativos dependen generalmente de pocos genes que determinan una característica, no pueden ser medidos numéricamente o se dificulta su medición, las modificaciones por el medio son pocas y pueden medirse por su expresión fenotípica, por ejemplo el color de las hojas, la presencia de aristas y la pubescencia.

Los descriptores variables dependen de la acción de muchos genes, son afectados por modificadores e interactúan con el medio ambiente. Se dividen en dos grupos, variables cualitativas y cuantitativas. Las variables calificativas no se pueden medir por un sistema de numeración continua, por ejemplo la ejerción de la panícula y el tipo de aristado. Las variables cuantitativas son mas afectadas por el ambiente y se pueden medir por un sistema de numeración continua como el número de hojas y número de granos por panículas. En la Tabla 2 también se observa la fase en que se evalúa, las abreviaturas con las que se identifican y el tipo de descriptor.

Las evaluaciones se realizaron en tres momentos del desarrollo del cultivo, estado de plántula, al momento de la floración y en estado de maduración, teniendo en cuenta las indicaciones de Muñoz *et al.* (1993), en dependencia del carácter en cuestión. Para la evaluación de los colores se utilizó un cuadro de patrones (Muñoz *et al.*, 1993), con el objeto de definir la tonalidad de cada órgano con mayor precisión.

#### - **Prospecciones**

Las colectas de las variedades tradicionales se realizo a través del movimiento de arroz popular, donde participan activamente los pequeños productores y ha resultado un sistema eficaz para recuperar material local.

#### - **Ensayos isoenzimáticos**

El análisis de diversidad genética se basó en la variabilidad de cinco sistemas isoenzimáticos en 55 variedades tradicionales. Como control, para su comparación, se incluyeron en el estudio 11 cultivares comerciales de los más sembrados en el país **(Tabla 3)**

Material vegetal:

A partir del material vegetal seleccionado en el IIA, se realizó la extracción de las muestras, en 20% de sacarosa (1/1 masa/volumen). 25  $\mu$ L de muestra fueron cargadas en geles verticales de poliacrilamida y las corridas electroforéticas se realizaron a 120 voltios, a 4°C. Se utilizó un sistema Tris/Glicina como buffer de corrida. La tinción para

cada sistema fue desarrollada según Álvarez et.al, 1999. En todos los casos, la reacción fue detenida y los geles fijados en una solución de ácido acético al 10%.

Tinciones.

Las corridas electroforéticas fueron repetidas al menos dos veces por individuo y solo se registraron las bandas consistentes y reproducibles.

- **Ensayos microsatélites e isoenzimas en 39 variedades**

Se realizó un análisis de diversidad genética en variedades tradicionales (39), basada en marcadores microsatélites (SSR) e isoenzimáticos. Las 39 variedades fueron seleccionadas para obtener una muestra representativa de las diferentes regiones del país en que fueron colectadas y la variedad botánica con que fueron clasificadas (Gómez 1978). **Tabla 4**

**Ensayos de microsatélites:**

Se utilizaron 10 cebadores microsatélites localizados en 11 loci de 7 cromosomas del genoma de arroz (Map Pairs, Research Genetics, USA).

La extracción de ADN se realizó según Dellaporta, 1983. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se ajustó para un volumen final de 20  $\mu$ l, conteniendo:

- 20 ng de ADN molde
- 0.1  $\mu$ l de cada cebador (40  $\mu$ M)
- 250  $\mu$ M de cada dNTP
- 1.8 mM MgCl<sub>2</sub>
- 1 unidad de Taq polymerase.

La solución de parada fue (95% formamida, 20mM EDTA, 0.05% bromofenol azul y 0.05% xylene-cianol). Se cargaron 3  $\mu$ l de producto de amplificación en geles desnaturizantes de poliacrilamida 6%, con 6M de urea.

Se empleó un método de tinción con plata (Cho 1996).

## RESULTADOS

En el BANGAC se cuenta con una colección de 2350 accesiones muestra de *Oryza latifolia*, *Oryza glaberrima* y *Oryza perennis* respectivamente, el resto es de la especie *Oryza sativa* (Tabla 1). Todas las muestras catalogadas se encuentran clasificadas según la metodología propuesta por la Lajovskin y col. (1976) que mas tarde fue adecuándose a

los objetivos del programa nacional de mejoramiento y según el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz IRRI (1996) y la metodología de Muñoz *et al.* (1993).

Los principales progenitores utilizados por cada uno de los caracteres a mejorar se muestran en la tabla 5. En el caso de la resistencia a T.O se han utilizado con éxito un grupo de progenitores, no así con la resistencia a H.B, ya que variedades que habían sido reportadas como resistentes y que se estaban utilizando como progenitores, actualmente presentan susceptibilidad.

Se han realizado más de 1000 cruzamientos para obtener líneas con resistencia estable a la Pyricularia. Los mejores resultados se han obtenido con el cruce de ECIA 31, que tiene como fuente de resistencia a la variedad IR 759-54-2-2. Actualmente se realizan cruces con Oryzica Llanos 5, la cual ha mostrado resistencia a diferentes razas del hongo según lo planteado por Correa (1995). Los materiales genéticos avanzados son probados en zonas de alta presión de inóculos.

Dentro de los progenitores que se han utilizado para la tolerancia a la sequía se encuentran muchas de las variedades tradicionales colectadas en las prospecciones como son la Century Patna, Cristal, Gonzalo y Caña Verde. Tabla 6

Como se observa en la tabla muchos de los progenitores usados dentro del programa son líneas y variedades obtenidas en el país que combinan buenas características agronómicas e industriales.

A partir de los cinco sistemas isoenzimáticos ensayados, se obtuvo un total de 29 patrones, de los cuales 28 (el 96.5%) resultaron polimórficas.

Las peroxidasas mostraron el mayor número de patrones de bandas. El amplio espectro de isoenzimas peroxidasas caracterizado en plantas podría explicar el alto nivel de polimorfismo encontrado para este sistema, que coincide con estudios previos en el cultivo (Glaszmann 1987, Peng 1988). Las Est, Cat y Mal mostraron similar índice de polimorfismo, mientras que las Adh resultaron monomórficas (**Tabla 7**).

Los marcadores microsátélites permitieron obtener los grupos varietales con un mayor nivel de distancia genética (nivel de truncadura en 0.7). igualmente, se mantiene la separación entre el germoplasma tradicional y comercial. sin embargo, de acuerdo a los resultados del segundo estudio (marcadores SSR), solo tres variedades parecen estar más relacionadas con el fondo comercial: (m2, m4, caña verde i y jorge valladares) esto pudiera explicar el hecho de que la jorge valladares resultó bastante promisorio desde el

punto de vista de su alto rendimiento. aún así, sería necesario confirmar estos señalamientos con un estudio más detallado utilizando diferentes tipos de marcadores, preferiblemente del tipo adn-relacionados. Figura 1

***Principales fondos de diversidad genética:***

De acuerdo a lo obtenido en ambos análisis, se puede decir que la muestra tradicional estudiada puede dividirse en dos fondos genéticos principales: uno conformado por variedades más cercanas al germoplasma comercial desarrollado en el país durante las últimas décadas, y otro genéticamente más distante que no estuvo involucrado en los programas de mejoramiento desarrollados en el país y que constituyen, por tanto, fuentes de diversidad alternativa con fines de mejoramiento genético.

Resulta interesante señalar que más del 50% de las variedades de los grupos **i, iii y iv** (dendrograma 1), y de los grupos **i1 y s1** (dendrogramas 2a y 2b), coinciden. Entre ellas:

- Blanquito
- Caña verde
- Blue bonnet
- Blue bonnet amarillo ii
- Nira
- Nira ii
- Cuba-c-65
- M-69
- Amarillón grande
- Jabao
- Negrón
- Selección 31
- Siete estrellas blanco
- Brasileño
- Selección (ir880 (ii))
- Selección 29

De forma simultanea se ha trabajado en le elaboración de catálogos que permitan la correcta identificación de las variedades y se han descrito con ese propósito un total de

106 variedades mejoradas y tradicionales. Se elaboro el Herbario de todas las variedades nominadas por el programa de mejoramiento.

A traves del movimiento de arroz popular se han coleccionado mas de 170 variedades de 9 provincias del país.

Como producto de toda la labor realizada durante el período de trabajo del BANGAC y del Programa Nacional de Mejoramiento se han obtenido y liberado para la producción un grupo de variedades las cuales han servido para dar solución, cada una en su momento, a la problemática existente en la producción.

## **CONCLUSIONES**

- ✓ El BANGAC ha significado el eslabón fundamental en el Programa Nacional de Mejoramiento para la implantación de una política varietal en el país que conjugue las características que den solución a la problemática de la producción arrocerana nacional.
- ✓ Existe un diferente nivel de polimorfismo entre el germoplasma tradicional y comercial y estos se pudieron distinguir claramente por medio de ambos marcadores.
- ✓ Los marcadores microsatélites resultaron más eficientes para la detección de estos polimorfismos y para la identificación varietal del germoplasma tradicional.
- ✓ Incrementar el número de accesiones que permita una mayor variabilidad genética.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ✓ Alvarez A. Fuentes J.L., Deus J.E., Duque M.C. y González M.C. 1999. Isozyme diversity in Cuban rice germplasm accessions. Cultivos Tropicales. 20 (1): 55-61.
- ✓ Bertalina Leyva, 1983. Geofondo de arroz de Cuba.
- ✓ Chang, T.T. 1973. Manual on genetic conservation of rice germplasm for evaluation and utilization. IRRI Philipines.
- ✓ Takane, M.; Futsuharsuhara, Y.; Kikuchi, F.; Yamaguchi, H. 1997. Science of the rice plant. Vol. 3 Cap. 4. Genetics Resources.
- ✓ Deus, J.E. 1990. Estructura varietal, calidad de las semillas y resultados del mejoramiento genético.

- ✓ Lajovskin, A. 1974. Material metodológico sobre estudio del Banco de Germoplasma de la URSS y clasificador del género *Oryza*.
- ✓ Suárez, E. 1988. Avances en el mejoramiento genético del arroz en Cuba durante el período 1981 - 1986. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Arroz*. 11(2): 123-127
- ✓ Suárez, E ; Hernández, J.L. ; Violeta Puldón; Horsford, J. ; Avila, J. ; Pérez, R. ; Deus, J.E. ; Alfonso, R. ; Norayda Pérez; María C. Gozález. 2001. Política Varietal para el cultivo del arroz.
- ✓ Correa-Victoria, F.I.; R.S.Seigler; M. Levyn,1994.Virulence characteristics of genetics families of *Pyricularia grisea* in Colombia. In *Rice Blast Disease*, CAB International-IRRI. pp 211-229
- ✓ CIAT, 1995. Registro de Cruzamientos de Arroz.
- ✓ Dellaporta, S.L., J. Wood and J.B. Hicks, 1983. A plant DNA miniprep: version II. *Plant Mol Biol Rep* 1: 19-21.
- ✓ Dice, L.R., 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26: 297-302.
- ✓ Fuentes J. L., Ramírez I.M., Arteché J., Deus J.E., Suárez E., Alonso R., Puldón V., Gómez P.J. and Cornide M.T. Genetic Base of Cuban Rice Varieties Released between 1972 and 1993. *Cultivos Tropicales* 24(2): 55-61, 2003.
- ✓ Glaszmann J.C., 1987 Isozymes and classification of Asian rice varieties. *Theor. Appl. Genet.* 74: 21-30.
- ✓ Glaszmann J.C., de los Reyes B.G. y Khush G.S., 1988. Electrophoretic variation of isozymes in plumules of rice (*Oryza sativa L.*) - A key to the identification of 76 alleles at 24 loci. IRRI research paper series.
- ✓ Gómez P.J., B. Leyva, Estudio e identificación del material nativo de arroz colectado en 1975. In: CIEN. TEC. AGRIC (Ed.), *Arroz* (1), pp. 7-46.
- ✓ Karp A., Kresovich S., Bhat K.V., Ayad W.G. y Hodgkin T., 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI Technical Bulletin No. 2. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- ✓ Peng J.Y., J.C. Glaszmann and S.S. Virmani, 1988. Heterosis and isozyme divergence in indica rice. *Crop Science* 28: 561-563.

✓ Rohlf F.J., 1993. NTSYS.PC. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System.  
Version 1.5. Applied Biostatistic Inc. New York.

**Tabla 1. Situación actual del BANGAC.**

<b>Total de muestras introducidas</b>	23137
<b>Total catalogadas</b>	2350
<b>Total accesiones / especies</b>	1 O. latifolia
	1 O. glaberrima
	1 O. perennis
	2347 O. sativa
<b>Total erosionadas</b>	254

**TABLA 2. DESCRIPTORES**

<b>Descriptor</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Tipo de descriptor</b>	<b>Momento de evaluación</b>
Color predominante del coleoptilo	CPC	Fijo	Plántula
Longitud del mesocotilo	LM	Variable	Plántula
Longitud del coleoptilo	LC	Variable	Plántula
Hábito predominante de crecimiento	HPC	Fijo	Floración
Capacidad predominante de macollamiento	CPM	Variable	Floración
Hojas muertas	NHM	Variable	Floración
Ángulo que forman la lema y la palea	AFLP	Fijo	Floración
Color del ápice del grano	CAFLP	Fijo	Floración
Pubescencia predominante de las glumas	PPG	Fijo	Floración
Color predominante del grano	CPG	Fijo	Floración
Color predominante del estigma	CPE	Fijo	Floración
Posición predominante de la hoja bandera	PPHB	Fijo	Floración
Longitud de la lámina de hoja bandera	LLHB	Variable	Floración
Ancho de la lámina de la hoja bandera	ALHB	Variable	Floración
Posición predominante del ápice de la hoja debajo de la hoja bandera	PAHDHB	Fijo	Floración
Vellosidad predominante de la lámina de la hoja	VPLH	Fijo	Floración
Longitud de la lámina foliar	LLF	Variable	Floración
Ancho de la lámina foliar	ALF	Variable	Floración

Color predominante de la lámina foliar	CPLF	Fijo	Floración
Corrugación predominante de la lámina foliar	CPLH	Fijo	Floración
Lado corrugado de lámina foliar	LCLF	Fijo	Floración
Color predominante de la lígula	CPL	Fijo	Floración
Forma de la lígula	FPL	Fijo	Floración
Longitud de la lígula	LL	Variable	Floración
Tamaño predominante de la aurícula	TPA	Variable	Floración
Resistencia de las aurículas al desprendimiento	RAD	Fijo	Floración
Color predominante de las aurículas	CPA	Fijo	Floración
Color predominante de la vaina de la hoja	CPWH	Fijo	Floración
Color predominante del nudo	CPN	Fijo	Floración
Color predominante del entrenudo	CPET	Fijo	Floración
Color predominante del anillo subnodal	CPAS	Fijo	Floración
Color predominante de la base del tallo	CPBT	Fijo	Floración
Altura de la planta	AP	Variable	Maduración
Respuesta predominante al fotoperíodo	RPF	Fijo	Maduración
Tamaño de las aristas	TA	Variable	Maduración
Tipo de aristado predominante de la semilla	TAPS	Variable	Maduración
Ángulo del ápice del grano apical de la panícula	ASPA	Variable	Maduración
Color predominante del ápice del grano apical de la panícula	CPAGAP	Fijo	Maduración
Color predominante del grano apical de la panícula	CPGAP	Fijo	Maduración
Ángulo del ápice de un grano del tercio medio de la panícula	AGTMP	Fijo	Maduración

Longitud de la semilla	LS	Variable	Maduración
Ancho de la semilla	AS	Variable	Maduración
Relación largo- ancho de la semilla	RLAS	Variable	Maduración
Espesor de la semilla	ES	Variable	Maduración
Peso de 1000 granos de semilla seca	PMSS	Variable	Maduración
Número de semillas no aristadas en una muestra de 1000 granos	NSAMG	Variable	Maduración
Densidad predominante de la panícula	DPP	Fijo	Maduración
Exerción predominante de la panícula	EPP	Variable	Maduración
Longitud de la panícula	LP	Variable	Maduración
Número de granos vanos	NGV	Variable	Maduración
Fertilidad predominante de la panícula	FPP	Variable	Maduración
Desgranado predominante de la panícula	DPPA	Variable	Maduración
Longevidad foliar predominante	LFP	Fijo	Maduración
Número de granos por panícula	NGP	Variable	Maduración
Amilosa	AM	Variable	Postcosecha
Temperatura de gelatinización	TG	Variable	Postcosecha
Rendimiento industrial	RI	Variable	Postcosecha
Cristalinidad	CR	Variable	Postcosecha
Resistencia a <i>Tagosodes orizicolus</i>	RTO	Variable	Plántula

Nombre	No. de Catálogo	Nombre	No. de Catálogo
Blanquito	2	Arroz Bolito	1422
Blue Bonnet	3	Selección 90	1423
Cuba C-65	5	Selección 132	1446
Jabao	6	Selección 135	1449
Siete Estrellas Blanco	7	Selección 137	1451
Nira	8	Selección 138	1452
90 días	9	Selección 142	1453
Negrón	11	Selección 143	1454
Gloria	12	Jorge Valladares	1508
Cuba C-103	13	Selección tres cuartos	1509
Enano	15	Blue Bonnet Blancoll	1515
Botón de Oro	17	Selección Blanquito	1518
Amarillón Grande	19	Matahambre Blanco	1520
Espiritista	20	Matancero	1521
Brasileño	21	Caña Verde I	1522
Arroz Millo	22	Blue Bonnet Amarillo II	1524
Matahambre	24	Rexoro	--
Arroz tres cuartos	25	Selec. Tres Provincias	1528
Mezcla 69	1390	Nira II	1746
Caña Verde	1393	M-1	1747
Blue Bonnet Amarillo	1394	M-2	1748
Selección 28	1398	Cristal I	1752
Selección 29	1399	Pati Prieto II	1753
Selección 30	1400	Selección (IR-880(II))	1760
Selección 31	1401	M-4	1761
Selección 36	1404	Valentín	1798
Selección 37	1405	Sel-INIFAT	1800
Selección 52	1408		

**Tabla 3: Variedades estudiadas con 5 sistemas isoenzimáticos:**

**Tabla 4. Variedades tradicionales utilizadas en el análisis de microsatélites e isoenzimas**

No	Nombre	Región y año de colecta		Variedad botánica
<b>Variedades Tradicionales</b>				
1	Blanquito	Matanzas (Perico)	1975	Fortuna
2	Blue Bonnet	Introducción de E.U.	1971	Aristata
3	Cuba C-65	La Habana (Santiago de las Vegas)	1975	Fortuna
4	Jabao	Pinar del Rio (Consolación del Norte)	1975	Fortuna
5	Siete Estrellas Blanco	Villa Clara (Mayajigua)	1975	Fortuna
6	Nira	Camagüey (Chamba)	1975	Fortuna
7	Negrón	Pinar del Rio (Consolación del Norte)	1975	Fortuna
8	Gloria	Camagüey (Florida)	1975	No clasificada
9	Cuba C-103	La Habana (Santiago de las Vegas)	1975	Gilanica
10	Botón de Oro	La Habana (San Antonio de los Baños)	1975	Isabelica
10	Amarillón Grande	Ciego de Ávila	1975	Isabelica

12	Espiritista	Pinar del Río (Consolación del Norte)	1975	Isabelica
13	Brasileño	Villa Clara (Mayajigua)	1975	Ceylonica
14	Arroz tres cuartos	Pinar del Río (Bahía Honda)	1975	Italica
15	Mezcla 69	Matanzas (Ciénaga de Zapata)	1975	Tawnica
16	Caña Verde	Pinar del Río (Bahía Honda)	1975	Fortuna
17	Selección 28	Ciego de Ávila	1975	Fortuna
18	Selección 29	Camagüey (Chambas)	1975	Fortuna
19	Selección 30	Camagüey (Chambas)	1975	Fortuna
20	Selección 31	Villa Clara (Mayajigua)	1975	Fortuna
21	<b>Arroz Bolito</b>	<b>Camagüey (Florida)</b>	<b>1975</b>	<b>Nigro Apiculata</b>
22	Selección 132	Pinar del Río (Consolación del Sur)	1975	Sudensis
23	Selección 135	Granma	1975	Vulgaris
24	Selección 138	Matanzas (Ciénaga de Zapata)	1975	Caucasica
25	Selección 142	Granma	1975	Flavoacies
26	Selección 143	Pinar del Río (Consolación del Sur)	1975	Flavoacies
27	Jorge Valladares	Matanzas (Cárdenas)	1976	No clasificada
28	Selección Blanquito	Matanzas (Cárdenas)	1976	Gilanica
29	Matancero	Matanzas (Cárdenas)	1976	Mutica
30	Caña Verde I	Matanzas (Unión de Reyes)	1976	Mutica
31	Blue Bonnet Amarillo II	Villa Clara (Mayajigua)	1976	Tawnica
32	Rexoro	Granma	2001	Tawnica
33	Selec. Tres Provincias	Desconocida	1976	Nigro Apiculata
34	Nira II	La Habana	1983	Fortuna
35	M-2	Matanzas	1983	Ceylonica
36	Pati Prieto II	Matanzas	1983	Bansmatica

37	Selección en IR-880 (II)	Matanzas	1983	Tawnica
38	M-4	Matanzas	1983	Gilanica
39	Selección INIFAT	Villa Clara (Encrucijada)	1986	Tawnica
<b>Variedades comerciales</b>				
40	Perla	Desconocido		Mutica
41	IACuba14	CPI-CP8 / ECIA22-8-103		Breviaristata
42	IACuba16	PNA46-110 / CP1-CP8		Mutica-Gilanica
43	IACuba19	Jucarito-104 // Jucarito-104 / CICA-8		Gilanica
44	IACuba20	IACuba10 / ECIA31-104-2-1-1		Mutica-Gilanica
45	IACuba21	Fast neutrons mutant line of Jucarito-104		Mutica
46	IACuba23	Fast neutrons mutant line of Jucarito-104		Mutica
47	IACuba24	J-104 / ICA10 // J-104 / Siguaraya		Mutica
48	IACuba26	Somaclon of Jucarito-104		Gilanica
49	Amistad-82	IR1529ECIA / VNIIR3223		Gilanica
50	Jucarito-104	IR480-5-9-2 / IR930-16-1		Gilanica

**Tabla 5. Variedades utilizadas según el objetivo de mejora.**

<b>Resistencia a T.O</b>	<b>Resistencia a H.B</b>	<b>Resistencia a P.G</b>	<b>Caracteres agronómicos</b>	<b>Calidad del grano</b>	<b>Precocidad</b>	<b>Tolerancia a sequía</b>
CP1-C8	Colombia 1	IRAT-13	J-104	Blue Bonnet	Victoria Girón	IR1529-430
CP3-C2	ICA-10	IR2055-466-6-6	Amistad 82	IR1529-430	CP1-C8	IR43
Amistad-82	PNA 12-24-1-2-4	DAWN	CP1-C8	IR880-C9	Amistad 82	IR52
IR5624-9-3-3-2	I 4-S239	PNA12-24-1-2-4	IR1529-430	Naylamp	P2016	CICA8
Línea 120	PNA 14-87-1-2	PL-16	IR880-C9	Amistad 82	ECIA31	Century Patna
Caribe 1	IR1544-284-3-5	CICA 8	CP3-C2	Victoria de Girón	Lazurni	Cristal
IR-24	IR 1905-81-3	P 2016(2077)	CE4-10-1	Guarina	2040	Gonzalo
ECIA-31	IRAT -13	IR759-54-2-2	CICA8	CP1-C8	MutantesJ104	Caña verde
Perla	P.N.M.	Oryzica llanos 5	NTP	Gloria	P.N.M.	
IR1529		P.N.M.	P.N.M.	Basmati		
Mudgo				P.N.M.		

**Leyenda:** P.N.M.: Programa Nacional de Mejoramiento, NTP: Nuevo Tipo de Planta.



Tabla 6. Principales variedades tradicionales utilizadas como progenitores.

Variedad	Carácter que aporta
Fortuna	Calidad del Grano
Victoria	Resistencia a PG
Gonzalo	Sequía
Gloria	Calidad del Grano, Resistencia a PG
Lazurni	Calidad del Grano
Cristal	Sequía
Selección 29	Calidad del Grano
Mezcla Caña Verde	Sequía
Rabo de Yegua	Sequía
Gonzalo Canasí	Sequía
Caña Verde	Sequía
Selección 880	Sequía
Jabao	Sequía
7 Estrellas Blanco	Calidad del Grano
Cristalino	Calidad del Grano, Sequía.
Valentin	Calidad del Grano, Sequía.
Blue Bonnet	Calidad del Grano
Gonzalo I	Calidad del Grano, Sequía
Century	Calidad del Grano, Sequía
Century Patna	Calidad del Grano. Sequía
Blue Belle	Calidad del Grano
Selección Century Patna	Calidad del Grano
M-551	Calidad del Grano

**TABLA 7 NÚMERO DE PATRONES POLIMÓRFICOS Y MONOMÓRFICOS OBTENIDOS PARA CADA SISTEMA ISOENZIMÁTICO.**

Número de bandas	Sistema Isoenzimático					<i>TOTAL</i>
	<b>Prx</b>	<b>Est</b>	<b>Cat</b>	<b>Adh</b>	<b>Mal</b>	
<b>Monomórficas</b>	0	0	0	1	0	1
<b>Polimórficas</b>	10	6	6	0	6	28
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>29</b>

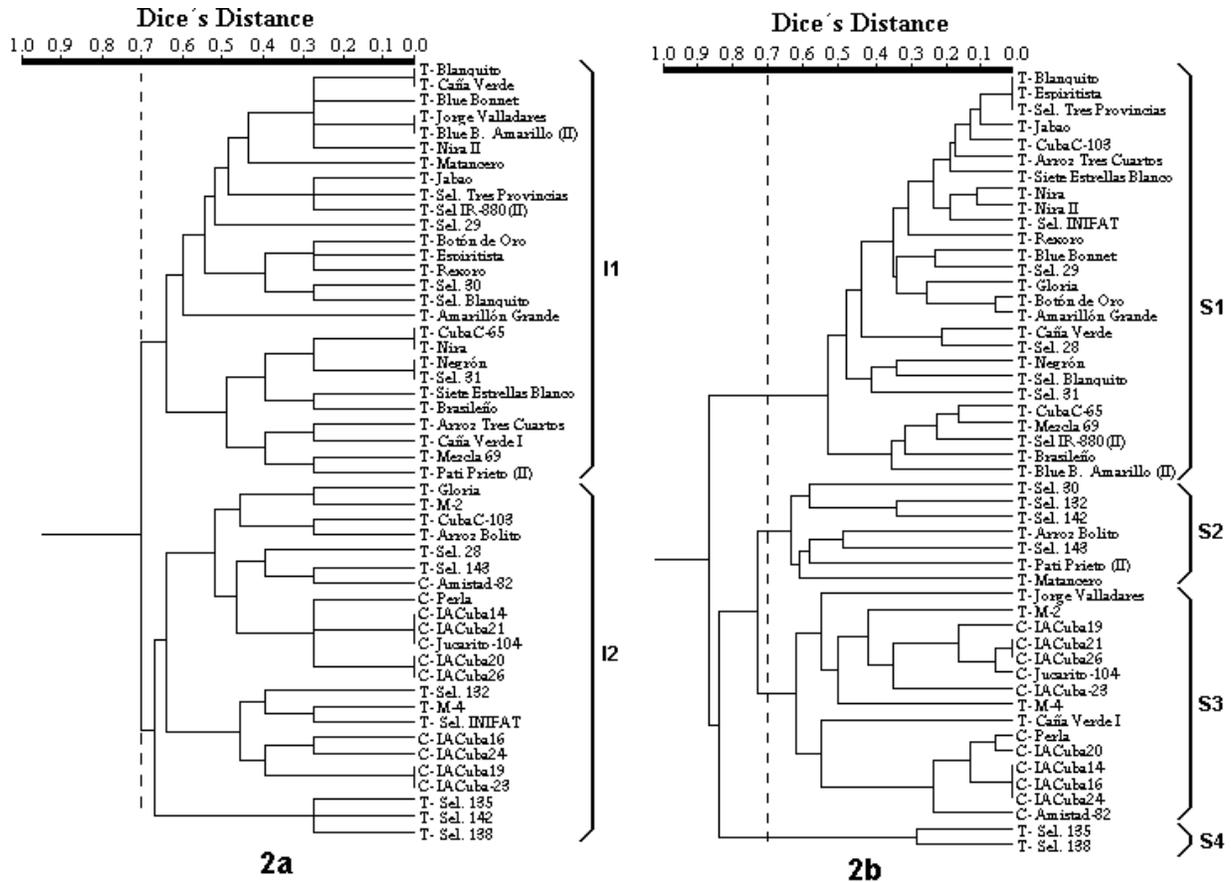


Figura 2. Dendrogramas UPGMA de 39 variedades tradicionales (T) y 11 comerciales (C) basadas en los datos de isoenzimas (a) y microsatélites (b)