



EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE CULTIVARES TRADICIONALES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) COLECTADOS EN FINCAS DE PRODUCTORES DE LA PROVINCIA PINAR DEL RÍO

Morphoagronomic evaluation of traditional rice cultivars (*Oryza sativa* L.) collected in grower farm from Pinar del Río province

Sandra H. Díaz Solís^{1✉}, Rogelio Morejón Rivera¹,
Donessa Lucinda David² y Rodolfo Castro Álvarez¹

ABSTRACT. The research was conducted in Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) Los Palacios belonging to the Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), with the aim of contributing to the enrichment and genetic diversity conservation of rice (*Oryza sativa* L.) by morphoagronomic characterization of traditional cultivars collected in grower farm from Pinar del Río province. Were evaluated a total of 13 cultivars, including 11 traditional and two improved using a randomized complete design with five repetitions. . In the development of the investigation twenty-five descriptors were used that included qualitative and quantitative characters, which were measured in flowering, ripening and postharvest stages crop. The obtained data were subjected to univariate and multivariate statistical analysis. Differences between cultivars for qualitative and quantitative characters were found. Were detected in the genotypes Andres, Bluebonnet, Estrella Roja and Caracol, interest characters such as earliness, plant erection, panicle length, compact and well emerged panicles, tillering capacity and slow senescence that could contribute to make progress rice genetic improvement.

RESUMEN. La investigación se desarrolló en la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) Los Palacios perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con el objetivo de contribuir al enriquecimiento y conservación de la diversidad genética del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) mediante la caracterización morfoagronómica de cultivares tradicionales colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. Se evaluaron en total 13 cultivares, de ellos 11 tradicionales y dos mejorados, utilizando un diseño de campo Completamente Aleatorizado con cinco repeticiones. Se emplearon 25 descriptores que incluyeron caracteres cualitativos y cuantitativos, los cuales fueron medidos en las etapas de floración, maduración y postcosecha del cultivo. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadísticos univariados y multivariados. Se encontraron diferencias entre los cultivares estudiados, tanto para los caracteres cualitativos como para los cuantitativos. Se detectaron en los genotipos Andres, Bluebonnet, Estrella Roja y Caracol caracteres de interés tales como precocidad, porte de la planta, longitud de la panícula, panículas compactas y bien emergidas, capacidad de macollamiento y senescencia tardía que pudieran contribuir a obtener progresos en el mejoramiento genético del arroz.

Key words: rice, germplasm, traditional varieties, characterization, descriptors

Palabras clave: arroz, germoplasma, variedades tradicionales, caracterización, descriptores

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

²Ministerio de la Agricultura de Guyana. 18 Brickdam, Georgetown, Guyana.

✉ shdiaz@inca.edu.cu

INTRODUCCIÓN

El arroz ocupa el segundo lugar a nivel mundial, después del trigo, en superficie cosechada; pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. El arroz constituye el alimento

básico de cerca del 50 % de la población mundial. Aunque este cereal se produce y se consume mayormente en Asia, se siembra con fines comerciales en más de 100 países y en todos los continentes excepto la Antártida (1, 2).

La diversidad genética es la base en el progreso del mejoramiento genético vegetal y los recursos genéticos comprenden la diversidad contenida en los cultivares primitivos, tradicionales, parientes silvestres y mejorados que puedan ser utilizados ahora y en el futuro para la agricultura y la alimentación. Los recursos fitogenéticos que tienen una importancia vital están seriamente amenazados, a nivel mundial los cultivares tradicionales de arroz, así como las especies de arroz silvestre se están perdiendo por causa de la erosión genética. Los agricultores con frecuencia adoptan cultivares nuevos y modernos de arroz, que producen más grano en menos tiempo que los tradicionales y ya no siembran los cultivares tradicionales que habían cultivado durante generaciones. Las semillas de los cultivares antiguos a menudo quedan en el olvido y muchos de esos tradicionales se pierden. No obstante, en el futuro, los fitomejoradores necesitarán la variación genética que poseen los cultivares tradicionales y los géneros silvestres afines, para hacer frente a los numerosos factores adversos, tanto bióticos como abióticos, que ponen en riesgo la producción de arroz para esta generación y las futuras (3).

La estrecha base genética del arroz que se cultiva en Cuba, constituye *per se* una barrera para el rendimiento y la sostenibilidad de este cultivo, además esta uniformidad genética limita la capacidad y plasticidad para neutralizar los efectos de los cambios bióticos y abióticos a que está expuesto el cultivo. Las estrategias para el mejoramiento moderno en plantas de interés agrícola, requieren invariablemente de la incorporación de nuevas fuentes citoplasmáticas y nuevas bases genéticas de resistencia (4).

En Cuba el sector cooperativo y campesino siembra un considerable número de cultivares que incluye los tradicionales. La colecta de estos cultivares locales que tradicionalmente han sembrado y conservado los productores es la aspiración de los mejoradores que trabajan en el cultivo con vistas a incrementar el genofondo nacional existente. La selección que han hecho los propios productores de forma rudimentaria y casi inconsciente ha generado la existencia de muchos cultivares que se explotan en ese sector y que poseen genes apropiados para las diferentes condiciones bióticas y abióticas.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, este trabajo tiene como objetivo realizar una evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz, determinar las variables más importantes para la caracterización de los genotipos e identificar caracteres, potencialmente importantes, para introducir o incorporar en nuevos cultivares.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se llevó a cabo durante las campañas de frío 2010-2011 y 2011-2012 en la Unidad Científica Tecnológica de Base (UCTB) Los Palacios, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), sobre un suelo Gley Nodular Petroférrico (5).

MATERIAL VEGETAL

El material vegetal estudiado está constituido por un total de 13 genotipos, de ellos 11 cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.) colectados en fincas de productores de tres localidades de la provincia Pinar del Río y, además, se incluyeron dos cultivares mejorados obtenidos en la institución científica donde se realizó el estudio (Tabla I).

Tabla I. Relación de cultivares estudiados y su procedencia.

No	Cultivares	Procedencia
1	Caracol Dima	Mantua
2	Caracol	Mantua
3	Pulla	Mantua
4	¾ Pulla	Mantua
5	Estrella Roja Especial	Mantua
6	220	La Palma
7	Agustín 1	La Palma
8	Agustín 2	La Palma
9	Andrés	La Palma
10	Frances	San Juan y Martínez
11	Bluebonnet	San Juan y Martínez
12	INCA LP-4	UCTB Los Palacios
13	INCA LP-5	UCTB Los Palacios

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño Completamente Aleatorizado con cinco repeticiones y los cultivares constituyeron los tratamientos, los mismos fueron sembrados en el campo de forma directa a chorrillo, en parcelas de 2 metros de largo por 1,5 metros de ancho (3 m²) a una distancia de 15 cm entre surcos y con 50 cm entre parcelas (Figura 1).

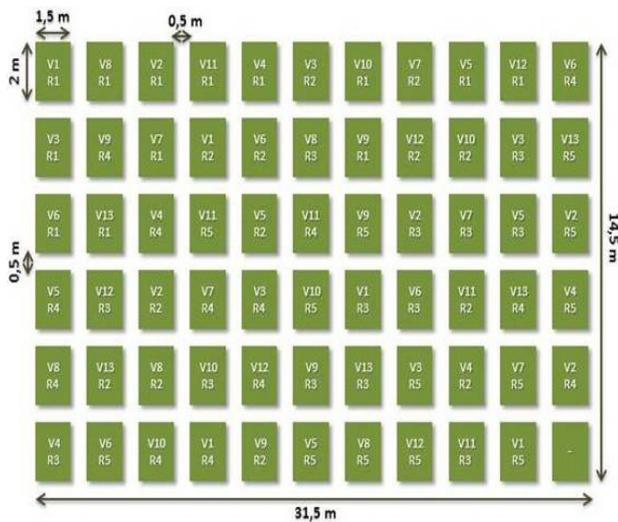
FASE DE CAMPO

Las labores agrotécnicas (preparación del terreno, siembra, fertilización, riego y tratamientos fitosanitarios) se realizaron, en ambas campañas, durante el ciclo del cultivo, según lo que establece el Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz (6).

FASE DE LABORATORIO

Algunos muestreos realizados en campo fueron posteriormente procesados en el laboratorio (observación de caracteres cualitativos, conteo, medición y pesaje de muestras de caracteres cuantitativos). Además, se llevó a efecto la tabulación de los datos y su análisis estadístico.

DISEÑO EXPERIMENTAL



(V = variedad, R = repetición).

Figura 1. Diseño del área experimental.

TOMA DE MUESTRAS

Fueron evaluadas 25 variables en diferentes etapas del cultivo (floración, maduración y poscosecha) que incluyeron tanto caracteres cualitativos como cuantitativos (Tabla II), utilizando las metodologías: Sistema de Evaluaciones Estándar para Arroz (7), Descriptores Varietales del CIAT (8) y Formulario de Descripción Varietal para Arroz (9).

Siempre las observaciones se realizaron en 10 plantas seleccionadas al azar en cada parcela. Para las variables cualitativas se tomó el valor de la moda y para las variables de tipo cuantitativo se les asignó el valor de la media de las mediciones realizadas.

Las panículas por metro cuadrado también se muestrearon una vez por parcela, en un marco de 0,1 m². Los restantes componentes (granos llenos/panícula y masa de 1000 granos) se determinaron en 20 panículas centrales tomadas al azar y el rendimiento agrícola del cultivo fue calculado en un área de 1 m².

ANÁLISIS DE DATOS Y MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Al finalizar el conteo y medición de las variables se procedió a la tabulación y ordenamiento de los datos obtenidos por cada unidad experimental, para su análisis mediante el programa estadístico STATGRAPHICS Plus v. 5, el cual permitió realizar análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA); además las medias se sometieron a la Prueba de Tukey al 5 %. Sobre la base de la divergencia encontrada, la matriz de datos cuantitativos obtenidos (genotipos en estudio x variables analizadas) también fue sometida a Análisis Multivariados de Componentes Principales y Conglomerados con la ayuda del programa estadístico SPSS v.17, además se determinaron las correlaciones de Pearson. Las variables cualitativas se presentan

en forma de tabla y se describen para facilitar la comparación entre los cultivares estudiados.

Tabla II. Variables evaluadas en las diferentes etapas del cultivo.

Cualitativas	Etapa
1 Porte de la planta (PP)	Floración
2 Intensidad del color verde de la hoja (IH)	Floración
3 Capacidad de macollamiento (CM)	Floración
4 Pigmentación antocianina (PA)	Floración
5 Forma de la lígula (FL)	Floración
6 Color de la lígula (CL)	Floración
7 Aristas (AR)	Poscosecha
8 Excursión de la panícula (EP)	Maduración
9 Densidad de la panícula (DP)	Maduración
10 Resistencia al acame (AC)	Maduración
11 Resistencia al desgrane (DG)	Maduración
12 Senescencia de la hoja (SS)	Maduración
13 Color del grano paddy (CG)	Maduración
14 Porte del limbo de la hoja bandera (HB)	Floración
15 Porte de panícula en relación al tallo (PT)	Maduración
Cuantitativas	Etapa
1 Longitud de la panícula (LP)	Poscosecha
2 Número de granos llenos por panícula (GL)	Poscosecha
3 Número de granos vanos por panícula (GV)	Poscosecha
4 Longitud del limbo de la hoja bandera (LH)	Floración
5 Ancho del limbo de la hoja bandera (AH)	Floración
6 Longitud de la lígula (LL)	Floración
7 Masa de 1000 granos paddy (MG)	Poscosecha
8 Número de panículas por m ² (PM)	Maduración
9 Rendimiento (RT)	Poscosecha
10 Ciclo del cultivo (C)	Floración

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS

La Tabla III muestra la caracterización de los genotipos teniendo en cuenta los caracteres cualitativos, en la misma se aprecia que estos presentaron homogeneidad en tres de ellos, correspondiéndose con la intensidad del color verde de la hoja (verde oscuro), la ausencia de pigmentación antocianina que no se observó en ningún órgano o parte de la planta y la forma de la lígula que en todas las variedades fue del tipo hendida. Se encontraron diferencias para el resto de las características.

Se plantea que una de las manifestaciones genotípicas más heterogéneas que se presentan en el arroz consiste en la variabilidad de la coloración de los distintos órganos o partes de la planta: glumillas, hoja y tallo, estigma y pericarpio de la cariopsis.

La presencia de pigmentos de antocianinas es un carácter varietal que se expresa de diverso modo, según las condiciones ambientales, la pigmentación se limita a la epidermis o llega también a los haces vasculares y no está relacionada con el desarrollo del cultivo, resistencia, rendimiento o cualquier otro

Tabla III. Descripción de los caracteres cualitativos de 13 cultivares de arroz, estudiados en Pinar del Río, Cuba.

Cultivares	PP	IH	CM	PA	FL	CL	AR	EP	DP	AC	DG	SS	CG	HB	PT
Caracol Dima	I	VO	F	AU	H	AB	PR	ME	I	I	I	I	PJ	HZ	LC
Caracol	I	VO	F	AU	H	AB	PR	ME	I	I	I	T	PM	SE	LC
Puya	A	VO	F	AU	H	AB	PR	ME	I	I	DF	I	PJ	HZ	FC
Estrella Roja	E	VO	F	AU	H	AB	PR	BE	I	R	DF	T	PJ	SE	LC
220	A	VO	F	AU	H	AB	PR	ME	I	S	DF	TP	PJ	SE	FC
¾ Puya	A	VO	I	AU	H	AB	PR	ME	I	R	DF	T	PJ	HZ	FC
Agustín 2	I	VO	P	AU	H	AB	PR	ME	A	R	FA	TP	PJ	SE	SE
Agustín 1	I	VO	I	AU	H	B	AU	ME	I	I	FA	I	PJ	RC	FC
Andrés	E	VO	P	AU	H	AB	PR	EM	I	R	DF	TP	PJ	E	SE
Frances	D	VO	P	AU	H	B	PR	EM	A	I	I	I	PJ	SE	LC
Bluebonnet	A	VO	P	AU	H	AB	AU	ME	CP	S	I	I	PJ	HZ	FC
INCA LP-4	E	VO	F	AU	H	AB	AU	BE	SC	R	DF	T	PJ	E	LC
INCA LP-5	E	VO	F	AU	H	B	PR	BE	SC	R	DF	T	PJ	E	SE

A: Abierto/a; AB: Amarillo Blancuzco; AU: Ausente; B: Blanca; BE: Bien Emergida; CP: Compacta; D: Disperso; DF: Difícil; E: Erecto; EM: Emergida; F: Fuerte; FA: Fácil; FC: Fuertemente Colgante; H: Hendida; HZ: Horizontal; I: Intermedio/a; LC: Ligeramente Colgante; ME: Moderadamente Emergida; P: Pobre; PJ: Paja; PM: Listas marrones sobre paja; PR: Presente; R: Resistente; RC: Recurvado; S: Susceptible; SC: Semicompacta; SE: Semierecto; T: Tardía; TP: Temprana; VC: Verde Claro; VO: Verde oscuro

carácter importante del crecimiento o la calidad del arroz. En un estudio similar realizado en la India para caracterizar 782 accesiones teniendo en cuenta caracteres morfológicos y agronómicos también se constató que la mayoría de los caracteres mostraron variación, excepto algunos como la forma de la lígula, además de que en más del 80 % de los cultivares estaba ausente la pigmentación antocianica en todos los órganos de la planta y el 60 % clasificó como verde oscuro respecto al carácter intensidad del color verde de la hoja (10).

Con respecto a la variabilidad en el porte de la planta (PP) o del macollo, también nombrado hábito de crecimiento se observa que los cultivares mejorados INCALP-4 e INCALP-5 junto a los tradicionales Estrella Roja y Andrés mostraron un porte erecto. En igual cuantía aparecen representados los portes intermedios y abiertos (ambos con 30,76 %). Únicamente el cultivar Frances exhibió un porte disperso. Un porte con hojas erectas es un carácter agronómico importante para producir altos rendimientos porque este tipo de planta soporta una alta densidad de siembra y logra una optimización de la fotosíntesis, pues la radiación solar también incide en las hojas inferiores. Otros autores al evaluar la variabilidad en el germoplasma de arroz informan que los cultivares mostraron mayor tendencia a plantas con hábitos de crecimiento semierecto a erecto, cuyos ángulos de abertura están entre los 10 y 30° con respecto a una línea perpendicular imaginaria que pasa por el centro de la planta (11, 10).

Una capacidad de macollamiento (CM) fuerte caracterizó a más del 50 % de los genotipos con promedios entre 15 y 20 hijos por planta. Los cultivares 3/4 Puya y Agustín 1 tuvieron un comportamiento intermedio con medias entre 12 y 14, mientras que los de pobre macollamiento presentaron entre 7 y 10. El

ahijado es un factor determinante de la producción de panículas y, en consecuencia, afecta el rendimiento. Además, el componente varietal tiene una gran importancia en esta fase puesto que la producción de tallos en el cultivo del arroz responde en gran medida a factores genotípicos, distinguiéndose variedades con baja y alta capacidad de ahijado. En diferentes programas de mejora se ha considerado este parámetro como elemento a tener en cuenta para el diseño de un tipo de planta muy productivo^A, también se plantea que la producción de hijos es directamente proporcional a la densidad de la panícula, por lo que está muy relacionado con el rendimiento (12).

En relación al carácter color de la lígula (CL), 10 cultivares mostraron una coloración amarillo blancuzco mientras que solo Agustín 1, Andrés e INCA LP-5 la presentaron blanca o blanquecina. Se conoce que tanto el color como la forma de la lígula no tienen importancia para la selección en los programas de mejoramiento genético; sin embargo, son útiles para diferenciar a la planta de arroz en estado de plántula de algunas malezas, principalmente de las que tienen mayor semejanza con el arroz como *Echinochloa crusgalli* (Arrocillo), *Echinochloa colona* (Metabravo), *Leptocloa virgata* (Plumilla), *Ischaenum rugosum*. (Pata de Cao).

La mayoría de los cultivares presentaron aristas (AR) con excepción de Agustín 1, Bluebonnet e INCA LP-4; pero debe destacarse que de forma general eran cortas y se encontraban ubicadas en espiguillas terminales.

^A Martínez Eixarch, María T. Caracterización y optimización del ahijado del arroz en el Delta del Ebro. [Tesis de Doctorado] Universidad Politécnica de Valencia, 2010. 296 pp.

La presencia de aristas es una característica poco deseable porque son duras, persistentes e inconvenientes para el desgrane y la molinería, estando condicionada por tres genes dominantes, donde los recesivos producen genotipos absolutamente míticos, mientras que la interacción entre ellos determina un grado diferente de longitud y presencia de arista, teniendo en cuenta que la influencia de los factores climáticos regula la amplitud del fenómeno, tanto en longitud como en intensidad (1).

Con respecto a la excersión predominante de la panícula (EP), el 61,5 % de los cultivares presentaron panículas moderadamente emergidas, mientras que Estrella Roja y las comerciales INCA LP-4 e INCA LP-5 presentaron panículas bien emergidas, por su parte las de los cultivares Andrés y Frances clasificaron como emergidas, no encontrándose panículas incluidas, ni parcialmente incluidas.

La excersión de panícula se considera un carácter importante en la selección de cultivares pues las que emergen completamente de la hoja bandera son menos propensas al mal llenado de la espiguilla y al ataque de patógenos en la base de la panícula. Los factores ambientales principalmente las bajas temperaturas y las enfermedades de tipo fungosas pueden contribuir a este defecto aunque se considera comúnmente como una causa genética.

En el caso del carácter densidad de la panícula (DP) solo el cultivar Bluebonnet presentó panículas compactas, en INCA LP-4 e INCA LP-5 predominaron las semicompactas, mientras que el resto de los genotipos tuvieron panículas de tipo intermedia, con excepción de los cultivares Agustín 2 y Frances con panículas abiertas. Se afirma que lo ideal es obtener cultivares con panículas compactas, lo cual es considerado como característica de selección por los fitomejoradores.

En cuanto a la resistencia al acame (AC), seis cultivares se comportaron como resistentes y cinco mostraron una resistencia intermedia, mientras Bluebonnet y 220 se comportaron como susceptibles, lo cual pudiera deberse, fundamentalmente, a su gran altura y la debilidad de los tallos. El acame o volcamiento está influenciado por exceso de abono nitrogenado, la acción que ejercen algunos patógenos sobre el tallo y factores climáticos como el viento y la lluvia, además de las características genéticas intrínsecas de la variedad. Otros autores cuando estudiaron el comportamiento y el control genético de diferentes caracteres relacionados con la resistencia al encamado del arroz, para analizar si es posible aumentar la eficiencia en la selección de estos caracteres para que puedan ser apropiados para un programa de selección asistida por marcadores (M.A.S), detectaron Quantitative trait locus (QTLs), que afectan simultáneamente a varios caracteres, localizaron zonas de especial interés que podrían ser

utilizadas para M.A.S. y la selección fue efectiva para reducir la altura, aumentar tanto el grosor como la longitud de los entrenudos basales e incrementar el número de panículas y la resistencia al doblado (13).

En relación con la resistencia al desgrane (DG) siete cultivares clasificaron como de difícil desgrane con unos pocos granos desprendidos, cuatro se comportaron como intermedios con porcentajes entre 25 y 50 y dos resultaron de fácil desgrane con porcentajes mayores de 50 %. Se conoce que este carácter está influenciado por las condiciones ambientales y es considerado de importancia en los Programas de Mejora Genética pues produce pérdidas en el rendimiento. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores^A, lo que sugiere que la selección para este carácter está dirigida hacia cultivares que no se desgranen fácilmente, los tipos con resistencia intermedia son los ideales cuando la cosecha se realiza de forma mecanizada, porque pueden trillarse mejor y con menor pérdida de grano.

Los cultivares INCA LP-4, INCA LP-5, Caracol, Estrella Roja, 3/4 Puya presentaron senescencia tardía, el resto se comportó como intermedia, con excepción de 220, Agustín 2 y Andrés, que tuvieron una senescencia temprana. La permanencia verde en ocasiones se relaciona con el potencial de rendimiento, basado en el hecho de que este puede incrementarse si se extiende el período de fotosíntesis activa a través de la permanencia verde (stay-green) del follaje. Los fotoasimilados son considerados una forma temporal de acumular productos fotosintéticos que posteriormente se traslocan hacia los granos para incidir en el rendimiento. La distribución de los fotoasimilados en varios órganos de la planta de arroz, como fuente de carbohidratos para el llenado de los granos ha posibilitado conocer la contribución de estos asimilados al rendimiento en grano en diferentes condiciones de cultivo (14). Recientemente, investigadores de la India trabajaron en la caracterización de sesenta y cinco cultivares autóctonos de arroz empleando 43 caracteres agromorfológicos y encontraron que el 48 y 41 % de los genotipos mostraron una senescencia tardía y media, respectivamente (15).

En el caso del color del grano (CG), todos los cultivares resultaron tener una coloración paja, con excepción de Caracol, que presenta listas marrones sobre el color paja. En estudios similares que incluyeron mayor número de cultivares a evaluar se observaron cinco tipos de coloración del grano, aunque predominó también el color paja (15).

Cuando se observó el porte del limbo de la hoja bandera (HB) sólo los cultivares mejorados INCA LP-4 e INCA LP-5 y el tradicional Andrés mostraron un porte erecto, otros cinco genotipos lo presentaron semierecto, mientras que Caracol Dima, Puya, 3/4 Puya y Bluebonnet fue horizontal y Agustín 1 recurvado.

Al respecto se plantea que un porte de planta con hojas erectas es un carácter agronómico importante para producir altos rendimientos porque este tipo de planta soporta una alta densidad de siembra y los nudos basales perciben mayor radiación solar en estas condiciones de cultivo. Las hojas erectas son causadas por un gen que confiere insensibilidad a las hormonas del grupo brasinoesteroides que regula la división y la diferenciación celular. Existen varios tipos de genes que se emplean actualmente en el mejoramiento del arroz para regular la arquitectura de la planta (16). Asimismo, se conoce que para la optimización de la fotosíntesis es necesario hacer una selección de cultivos con hojas que no sean completamente horizontales para permitir que la radiación también incida en las hojas inferiores.

Al analizar el porte de la panícula en relación con el tallo (PT) ningún cultivar presentó panículas erectas. En este caso INCA LP-5, Andrés y Agustín mostraron una posición semierecta. Ligeramente colgante resultaron ser las de INCA LP-4, así como Frances, Estrella Roja, Caracol y Caracol Dima; mientras que fuertemente colgante la tuvieron Puya, 220, 3/4 Puya, Agustín 1 y Bluebonnet.

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS

El análisis estadístico mostró diferencias significativas para todos los caracteres (Tabla IV). La longitud de la panícula (LP) presentó una media de 22,19 cm, los mínimos y máximos fueron 18,57 y 32,35 correspondientes a Agustín 1 y Bluebonnet, respectivamente. En otros trabajos también el cultivar Bluebonnet ha alcanzado los mayores valores para este carácter (17). Estas variaciones en el carácter longitud de panícula pudieran estar asociadas a las características de los progenitores que dieron origen a los cultivares y además está comprobado

que este carácter puede ser altamente influenciado por el ambiente. En dos estudios del mismo tipo se informan rangos amplios de variación para este carácter con medias de 22,56 y 27,13 cm (11, 10).

La cantidad de granos llenos (GL) fluctuó entre 53 y 81, siendo INCA LP-5 el de mejor comportamiento, aunque sin diferencia significativa con INCA LP-4, 3/4 Puya, Estrella Roja y Bluebonnet. El resto de los genotipos mostraron los menores valores para este carácter sin diferencias significativas entre ellos. El número de granos llenos por panícula es considerado un componente importante para obtener buenos rendimientos y las condiciones climáticas pueden ser la causa de que se formen un mayor número de granos. Otros autores han informado que los granos llenos por panícula han mostrado el coeficiente máximo de variación fenotípica (18, 11).

La fertilidad de espiguillas es un requisito obvio para obtener altos rendimientos. Se conocen varias causas que inciden en el vaneado de los granos de arroz, entre estas están las relacionadas con la sanidad vegetal (diferentes agentes causales, empleo de herbicidas hormonales en la etapa de fecundación y llenado del grano), pero además, aparecen las agroquímicas (insuficiencia o exceso de nitrógeno, déficit de micronutrientes), genéticas (emersión no total de las panículas y capacidad de fecundación) y el clima (humedad relativa, vientos fuertes y secos, la sequía y la temperatura).

En investigaciones realizadas en la India para evaluar setenta y un cultivares locales de arroz aromático se encontró un porcentaje de esterilidad de 14,08 % (11).

La longitud de la hoja bandera (LH) presentó una media de 30,63 cm. Los genotipos Caracol, Puya y Bluebonnet fueron los que tuvieron las hojas más largas y Agustín 1 presentó las hojas más pequeñas, con una diferencia de 18,78 cm respecto a Puya.

Tabla IV. Análisis de Varianza de Clasificación Simple (ANOVA) de las variables cuantitativas estudiadas en 13 cultivares de arroz en Pinar del Río, Cuba.

No.	Variedades	LP (cm)	GL (No.)	GV (No.)	LH (cm)	AH (cm)	LL (cm)	MG (g)	PM (No.)	RT (t ha ⁻¹)	C (días)
1	Caracol Dima	19,84 cd	56,21 e	19,17 bcd	26,66 ef	1,24 bcd	2,60 ab	27,07 e	220,0 f	3,10 e	160 a
2	Caracol	19,55 cd	53,54 e	17,56 cd	37,96 a	1,23 bcd	2,10 de	24,46 h	237,5 e	2,80 e	155 ab
3	Puya	21,26 c	63,37 cde	13,82 def	39,30 a	1,00 d	2,30 cd	25,64 fg	292,5 d	3,80 d	157 ab
4	Estrella Roja	21,07 cd	74,55 abc	8,23 f	28,70 cd	1,46 b	2,04 e	28,92 c	310,0 c	4,80 c	146 cd
5	220	21,48 c	64,65 cde	27,19 a	30,00 c	1,45 b	2,40 bc	29,63 bc	295,0 d	3,95 d	154 b
6	3/4 Puya	21,45 c	74,83 abc	18,83 bcd	27,70 de	1,10 cd	1,90 ef	24,92 gh	150,0 i	2,80 e	157 ab
7	Agustín 2	25,75 b	61,07 cde	23,74 abc	30,65 c	1,50 b	1,37 g	21,34 j	175,0 h	2,25 f	140 ef
8	Agustín 1	18,57 d	66,88 bcde	27,84 a	20,52 g	1,55 b	0,82 h	24,42 h	205,0 g	2,90 e	142 de
9	Andrés	19,54 cd	59,86 de	22,41 abc	25,13 f	1,30 bcd	1,45 g	25,92 f	160,0 i	2,00 fg	128 g
10	Frances	20,66 cd	56,80 e	25,15 ab	28,69 cd	1,44 bc	1,68 f	22,31 i	107,0 j	1,70 g	136 f
11	Bluebonnet	32,35 a	71,00 abcd	17,00 cde	38,30 a	2,15 a	0,92 h	28,10 d	115,0 j	3,80 d	148 c
12	INCA LP-4	26,40 b	79,00 ab	10,00 ef	35,50 b	1,20 bcd	2,80 a	34,00 a	325,0 b	5,30 b	140 ef
13	INCA LP-5	21,50 c	81,25 a	10,00 ef	29,10 cd	1,40 bc	1,68 f	29,80 b	375,0 a	6,10 a	127 g
	Media	22,19	66,39	18,53	30,63	1,38	1,85	26,66	228,2	3,48	145,4
	Error Estándar	0,472692	1,30419	0,877022	0,682154	0,0395819	0,0740681	0,414425	10,2954	0,158893	1,34945
	CV (%)	17,177	15,8389	38,1503	17,9544	23,0732	32,2706	12,5344	36,381	36,7626	7,48331

Medias con letras iguales no difieren entre sí ($p \leq 0,05$)

Bluebonnet tuvo las hojas bandera más anchas con diferencias significativas con el resto de los cultivares y Puya alcanzó el menor valor para este carácter. Se plantea que la longitud de la hoja bandera es variable y puede ser afectada por deficiencias nutricionales y altas densidades. Se sabe que una mayor superficie fotosintética puede representar una mayor producción de carbohidratos y consecuentemente mayor acumulación de estos en los granos de la panícula en forma de almidón, lo que favorece el llenado de los granos y, por lo tanto, mayor producción.

Respecto a la longitud de la lígula (LL) fueron los cultivares INCA LP-4 y Caracol Dima los que tuvieron las más grandes, mientras que las más pequeñas caracterizaron a Bluebonnet y Agustín 1, sin diferencias significativas entre sí, respectivamente. La lígula se considera una característica distintiva de las gramíneas, que consiste en una breve prolongación vellosa o membranosa que se localiza entre la vaina y la lámina foliar, puede diferir en tamaño, color y forma según el cultivar. Su función sigue siendo desconocida, pero quizá sirva para evitar que la humedad penetre en la zona comprendida entre el tallo y la vaina. A veces se nota la ausencia de la lígula, como expresión genética particular (1).

El carácter masa de 1000 granos (MG), conocido también como peso de 1000 granos, varió entre 21,34 g y 34,00 g. El mayor valor lo mostró el cultivar mejorado INCA LP-4 y el menor Agustín 2. Se ha informado que el alto peso de 1000 granos es una característica distintiva del cultivar INCA LP-4, superando a los cultivares cubanos actuales (19). Al evaluar el comportamiento de este carácter en accesiones de arroz, otros autores encontraron que la mayoría tuvieron pesos entre 21 y 25 g, aunque algunos cultivares mostraron un alto peso de 1000 granos (mayor de 30 g) y uno alcanzó el valor de 43,2 g. El peso de 1000 granos es una característica genética, este carácter es estable en buenas condiciones de cultivo y depende fundamentalmente del cultivar, pero un incremento en el rendimiento se puede lograr seleccionando materiales de mayor peso en el grano.

El cultivar INCA LP-5 presentó el mayor número de panículas por metro cuadrado (PM) con diferencias significativas, respecto al resto de los cultivares y le siguió en comportamiento INCA LP-4, en contraste, Frances y Bluebonnet presentaron los menores valores, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. Las panículas por metro cuadrado es el componente más variable y ha sido la principal causa que ha limitado el rendimiento agrícola en las condiciones de Cuba. Sus valores están muy relacionados con la calidad de la preparación del suelo y la siembra, la norma de siembra, la capacidad de ahijamiento de los cultivares, el manejo del agua y la fertilización nitrogenada (6).

En cuanto al ciclo de los cultivares (C) la media fue de 145 días, se destacan con el período más corto INCALP-5 y Andrés, diferenciándose estadísticamente del resto, mientras que la mayor duración del ciclo fue denominador común en los cultivares Caracol Dima, Caracol, Puya y 3/4 Puya. Se conoce que el ciclo vegetativo se inicia con la siembra y finaliza en el horizonte temporal definido por el 80 % de espigas maduras. También se puede dividir el ciclo en dos partes: la primera, desde la siembra hasta la floración y, la segunda, desde la floración hasta la maduración de la espiga. Las condiciones de abonado, temperaturas, fotoperíodo, etc., pueden hacer cambiar el ciclo vegetativo del arroz (1).

El germoplasma de arroz varía ampliamente en el tiempo total que requiere hasta su maduración, lo que permite a los fitomejoradores crear cultivares adecuados a las condiciones y prácticas de cultivo de cada localidad. Se plantea que el ciclo de vida de los cultivares en el trópico oscila entre 100 y 200 días; sin embargo, en los cultivares comerciales fluctúan entre 100 y 150 días. Las variedades modernas tienen, en su mayoría, un tiempo de maduración intermedio entre el tardío y el precoz (20).

Los rendimientos (RT) tuvieron un intervalo grande de variabilidad, con valores entre 1,70 t ha⁻¹ y 6,10 t ha⁻¹, correspondiéndose con los cultivares Frances e INCA LP-5, respectivamente. Además, mostraron buen comportamiento INCA LP-4 y Estrella Roja, seguidas por 220. De forma general, en el resto de los genotipos los rendimientos fueron bajos, probablemente debido a las pocas panículas por metro cuadrado y al elevado número de granos vanos por panícula. Los cultivares presentan diferencias en rendimiento altamente significativas, lo cual pudiera deberse a la diversidad de su constitución genética.

En la Tabla V se presentan las correlaciones que se establecen entre las variables cuantitativas evaluadas. Como se puede apreciar la longitud de la panícula aparece correlacionada fuerte y positivamente con el carácter ancho de la hoja bandera. En otras investigaciones realizadas en las que también se han analizado las relaciones entre diferentes caracteres se ha constatado correlación entre estas variables (17). El ancho de la hoja bandera, además, se correlacionó de forma indirecta con la longitud de la lígula. En este sentido se sabe que la hoja "bandera" o panicular a veces permanece erecta durante la floración y se inclina sólo en la maduración completa.

Las hojas situadas en la base del tallo, ejercen una acción trófica esencialmente a favor del aparato radicular, la hoja bandera y la penúltima desempeñan, en mayor medida que las otras, un papel muy importante para la formación de la panícula y de los granos (1).

Tabla V. Matriz de correlaciones fenotípicas entre caracteres cuantitativos.

	LP	GL	GV	LH	AH	LL	MG	PM	RT
GL	0,358								
GV	-0,235	-0,598*							
LH	0,550	0,007	-0,461						
AH	0,634*	0,119	0,180	0,020					
LL	-0,198	0,004	-0,394	0,307	-0,668*				
MG	0,279	0,658*	-0,597*	0,213	0,014	0,489			
PM	-0,187	0,475	-0,599*	0,158	-0,364	0,549	0,666*		
RT	0,244	0,788**	-0,754**	0,262	0,022	0,338	0,838**	0,839**	
C	-0,032	-0,266	0,031	0,327	-0,222	0,426	-0,052	-0,035	-0,101

* La correlación es significativa al nivel 0,05.

** La correlación es significativa al nivel 0,01.

Las correlaciones más altas la mostró el rendimiento con sus componentes, éste se correlacionó fuerte y positivamente con los granos llenos por panícula, la masa o peso de 1000 granos y las panículas por metro cuadrado. También expresó una relación fuerte, pero inversa, con los granos vanos por panícula. En otro trabajo donde se analizó la correlación entre variables, se encontró que el rendimiento estuvo significativamente asociado al número de panojas y el número de granos llenos por panoja en forma positiva, o sea que a medida que aumenta uno aumenta el otro (21).

Igualmente, los granos vanos por panícula mostraron una relación indirecta con los caracteres masa de 1000 granos y panículas por metro cuadrado y, a su vez, esta última también estuvo correlacionada con la masa de 1000 granos. Asimismo, los granos llenos presentaron correlaciones directa e indirecta con la masa de 1000 granos y los granos vanos respectivamente, o sea, al incrementarse los granos llenos también se incrementa la masa de 1000 granos, pero disminuyen los granos vanos.

La Tabla VI muestra los valores propios, porcentajes de contribución y acumulado de los componentes 1 y 2, teniendo en cuenta el Análisis de Componentes Principales que permite arreglar y representar gráficamente el material en estudio en un número reducido de dimensiones (22).

Las dos componentes obtenidas explican 75,1 % de la variación total, el primer componente contribuyó con más del 40 % de la varianza total explicada. Las correlaciones con las variables originales indican que los granos llenos por panícula, la masa o peso de 1000 granos, las panículas por metro cuadrado y el rendimiento fueron las variables que más aportaron en forma negativa y positivamente, los granos vanos por panícula. El segundo componente contribuyó con más del 33 % de la varianza total y las variables longitud de la panícula, ancho de la hoja bandera y longitud de la lígula, esta última en forma negativa, fueron las de mayor aporte. Esto indica la utilidad que pueden tener estas variables en la diferenciación de los cultivares, por presentar los valores más altos de correlación con los ejes principales.

En la Figura 2 se muestra la representación gráfica de los componentes y la distribución de los cultivares y las variables. Por la posición que ocupan los 13 cultivares evaluados se formaron cuatro grupos, el II ubicado en el extremo izquierdo del componente 1 está caracterizado por poseer los individuos con mayores valores en cuanto a rendimiento, masa de 1000 granos, granos llenos por panícula y panículas por metro cuadrado, además tienen menor cantidad de granos vanos por panícula. Es importante acotar que Estrella Roja presentó las mayores similitudes con los cultivares comerciales. Por el contrario los cultivares que se encuentran en el grupo III fueron los que alcanzaron los mayores valores para los granos vanos por panícula.

El cultivar Bluebonnet alejado del resto de los genotipos en el extremo superior del componente 2 (grupo IV) presenta las panículas más largas y las hojas más anchas.

Los genotipos que se encuentran en la parte negativa del componente 2 (grupo I) tienen las lígulas más largas y una mayor duración del ciclo.

Tabla VI. Valores propios, porcentajes de contribución y acumulado de los componentes C1 y C2 y las correlaciones con las variables originales.

	C1	C2
Valores Propios	4,1481	2,3641
% contribución	0,415	0,336
% acumulado	41,5	75,1
LP	-0,122	0,494
GL	-0,358	0,268
GV	0,415	-0,018
LH	-0,197	0,050
AH	0,083	0,577
LL	-0,269	-0,457
MG	-0,429	0,067
PM	-0,407	-0,195
RT	-0,466	0,103
C	-0,001	-0,294

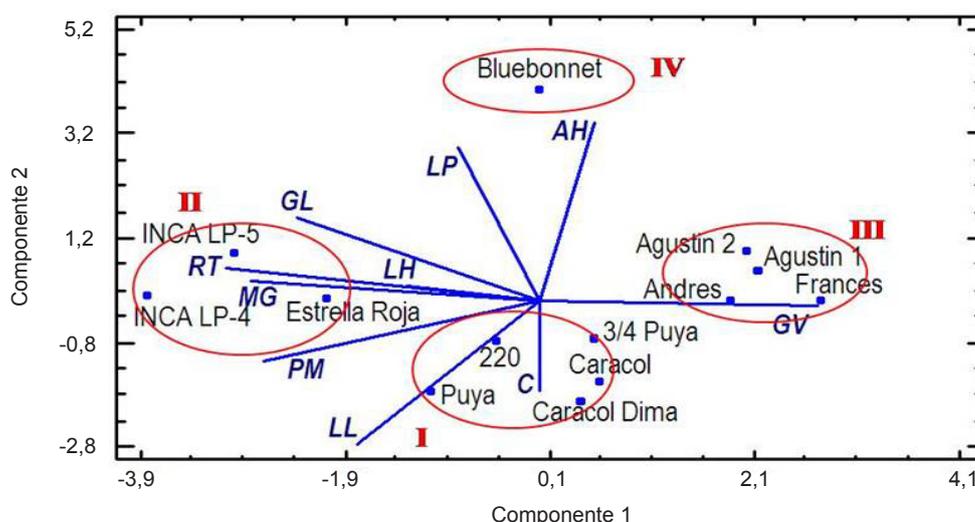


Figura 2. Distribución de los cultivares y las variables estudiadas para las dos primeras componentes.

Las variables de mayor contribución, por estar más distantes del origen, resultaron ser: rendimiento, masa de 1000 granos y granos vanos, seguidas de panículas por metro cuadrado y granos llenos. El grado de asociación entre las variables, determinado por la separación angular que forman sus proyecciones, muestra que las mejores asociaciones están constituidas por el rendimiento con la masa de 1000 granos.

Con el objetivo de corroborar la agrupación de los genotipos, se realizó un Análisis de Conglomerados, ya que permite la búsqueda de grupos similares lo más homogéneo posible para agrupar los elementos en estudio. Se observa coincidencia con la lectura que se realizó en la Figura 2. Las medias por variables y los genotipos pertenecientes a cada clase constituida se presentan en la Tabla VII y el dendrograma correspondiente aparece en la Figura 3.

En la Tabla VII se aprecia que la clase I (Caracol, Caracol Dima, Puya, 220 y 3/4 Puya), además de lo señalado anteriormente, se caracterizó por tener las panículas más cortas y el menor ancho de las hojas banderas. De forma general, los integrantes de la clase II (Estrella Roja, INCA LP-4, INCA LP-5) resultaron ser los de mejor comportamiento para el rendimiento y sus componentes y además, junto a la clase III tuvieron la menor duración del ciclo.

La clase III (Agustín 2, Agustín 1, Andrés, Frances) por su parte presentó la menor cantidad de granos llenos y la mayor cantidad de granos vanos por panícula, contrastando con los integrantes de la clase II y también tuvieron las hojas más cortas, el menor valor para la variable masa de 1000 granos y los rendimientos más bajos. La fertilidad de espiguillas es un requisito obvio para obtener altos rendimientos y ese porcentaje de granos llenos o fertilidad determina la cantidad de espiguillas. Aparentemente, cuando el número de panículas por planta tiende a aumentar, el porcentaje de fertilidad de panículas disminuye como una reacción de compensación a la planta. El porcentaje de granos llenos y fértiles está determinado por dos caracteres: el número de granos fertilizados y la capacidad de la planta para llenarlos. Se considera que la esterilidad normal de las espiguillas está entre el 10 % y el 15 % (17).

En la clase IV se ubicó, de forma independiente, el cultivar Bluebonnet y se destacó por tener las panículas más grandes, así como las hojas banderas más largas y anchas con una diferencia de 12 y 0,95 cm, en relación con las clases de menor valor para estos indicadores. A su vez, presentó las lígulas más cortas y mostró la menor cantidad de panículas por metro cuadrado, con una diferencia de 222 panículas respecto a la clase II, que fue la de mejor resultado para esta variable.

Tabla VII. Distribución de los genotipos y medias por clase, según el Análisis de Conglomerados.

Clases	LP	GL	GV	LH	AH	LL	MG	PM	RT	C
I	20,72	63	19	32,32	1,20	2,26	26,34	239	3,29	157
II	22,99	78	9	31,10	1,35	2,17	30,91	337	5,40	138
III	21,13	61	25	26,25	1,45	1,33	23,50	162	2,21	137
IV	32,35	71	17	38,30	2,15	0,92	28,10	115	3,80	148
Clases	GENOTIPOS								EFFECTIVOS	
I	Caracol Dima, Caracol, Puya, 220, 3/4 Puya								5	
II	Estrella Roja, INCA LP-4, INCA LP-5								3	
III	Agustín 2, Agustín 1, Andrés, Frances								4	
IV	Bluebonnet								1	

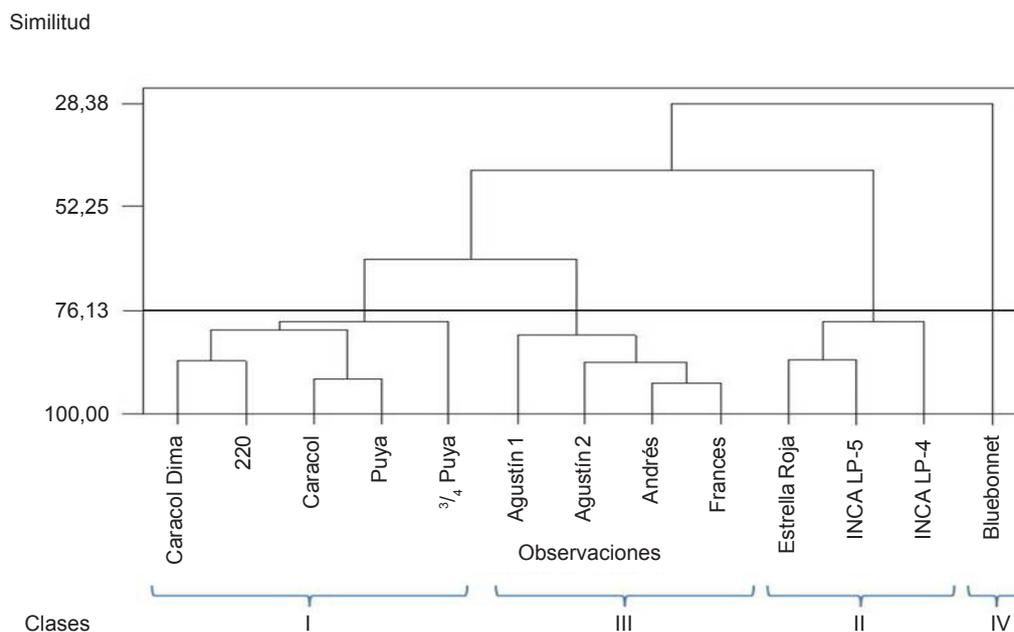


Figura 3. Dendrograma obtenido a partir del Análisis de Conglomerados.

En otros trabajos de caracterización realizados en Japón (15) Bluebonnet 50 expresa los mayores valores para los caracteres longitud de panícula, largo y ancho de la hoja bandera, lo que induce a pensar que se trata del mismo cultivar pues en Cuba durante la década del 50 los cultivares de arroz predominantes eran del tipo americano y entre los más cultivados estaban Bluebonnet 50, Bluebelle, Century Patna, entre otros. Investigaciones similares han desarrollado otros autores, confirmando la existencia de gran diversidad genética en los cultivares evaluados y agrupando los mismos en clases (23, 24).

Los cultivares nuevos y tradicionales han sido cultivados por largos periodos de tiempo por los agricultores y han desarrollado capacidades adaptativas a las condiciones locales, por lo que varios autores han coincidido en la importancia de este tipo de estudio para mejoradores y agricultores, ya que permite identificar y seleccionar genes beneficiosos para el mejoramiento del cultivo. La extensión a gran escala de cultivares modernos de alto rendimiento ha reemplazado a los cultivares tradicionales en el arroz irrigado, reduciendo su base genética e incrementando su vulnerabilidad (15, 10).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este ensayo fue posible distinguir los cultivares de arroz estudiados con 22 de los veinticinco descriptores morfoagronómicos empleados. El análisis de los caracteres cualitativos y cuantitativos evaluados reveló la existencia de diferencias entre los cultivares, constituyendo una importante fuente genética para ser utilizadas en el

Programa de Mejoramiento de Arroz, especialmente los cultivares Andres, Bluebonnet, Estrella Roja y Caracol que muestran caracteres de interés como precocidad, porte de la planta, longitud de la panícula, panículas compactas y bien emergidas, capacidad de macollamiento y senescencia tardía, utilizados como progenitores pudieran contribuir a obtener progresos en la descendencia. El genotipo Estrella Roja tuvo mayores semejanzas con los cultivares mejorados INCA LP-4 e INCA LP-5 incluidos en el estudio tanto para los caracteres cuantitativos como para los cualitativos.

RECOMENDACIONES

Utilizar los cultivares tradicionales de arroz en el Programa de Mejoramiento para incrementar las fuentes diversas de progenitores y la variabilidad en los genotipos mejorados e incorporarlos al Banco de Germoplasma para garantizar su conservación y futuro empleo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Franquet Bennis, J. M. y Borrás-Pamies, C. Economía del Arroz: Variedades y mejora. [en línea]. Universidad de Málaga. Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales, 2010. ISBN-10:84-689-7762-4. [Consultado: 4 de mayo de 2010]. Disponible en: <<http://www.eumed.net/libros/2006a/fbpb/index.htm>>.
2. Jiménez, Odáliz; Silva, R. y Cruz, J. Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio Santa Rosalía Estado Portuguesa, Venezuela. *Rev. Unell. Cienc. Tec.*, 2009, vol. 27, pp. 32-41. ISSN: 1012-7054.

3. Hamilton, R. S.; McNally, K.; Guzmán, F.; Reano, R.; Almazan, S.; Alcántara, A. y Naredo, E. Conservación de los recursos genéticos del arroz. 2011. [en línea]. [Consultado: 24 de diciembre de 2011]. Disponible en: <<http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org>>.
4. Almarales, O.; Suárez, E.; Mesa, H.; Reinoso, J. y Rodríguez, S. Creación de variabilidad genética mediante cruzamientos en el Programa de Mejoramiento Genético del Arroz. [CD-Rom]. En: Encuentro Internacional del Arroz. (IV: 2008, 2-6 jun.: La Habana). Palacio de las Convenciones, 2008. ISBN: 978-959-282-076-0.
5. Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Morales, M. y León, A. Clasificación de los suelos de Cuba. La Habana : Editorial Felix Varela. 2006. 98 pp. ISBN 959-07-0145-0.
6. MINAG. Instructivo Técnico del Arroz. La Habana: Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura, 2008. 113 pp.
7. IRRI. Standard Evaluation System for Rice. 4 ed. Manila: IRRI, 2002. 51 pp.
8. Muñóz, A. G.; Giraldo, Guillermo y Fernández de Soto, José. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. CIAT. Cali, Colombia, 1993. pp. 1-5.
9. MINAG. Formulario de Descripción Varietal para Arroz (*Oryza sativa* L.). Dirección de Certificación de Semillas. Registro de Variedades Comerciales, 1998. 12 pp.
10. Sarawgi, A. K.; Subba Rao, L. V.; Parikh, M.; Sharma, B. y Ojha, G. C. Assessment of Variability of Rice (*Oryza sativa* L.) Germplasm using Agro-morphological Characterization. *Journal of Rice Research*, 2013, vol. 6, no. 1, 14 pp. ISSN: 2375-4338.
11. Parikh, M.; Motiramani, N. K.; Rastogi, N. K. y Sharm, B. Agro-morphological characterization and assessment of variability in aromatic rice germplasm. *Bangladesh J. Agril. Res.*, 2012, vol. 37, no. 1, pp. 1-8. ISSN 0258-7122.
12. Baderinwa, A. A. Potentials of agrobotanical characters of some local rice germplasm (*Oryza sativa* Linn) for improved production in Nigeria. *Journal of Science and Science Education*, 2012, vol. 3, no. 1, pp. 111-117. ISSN 0795135-3.
13. Torró, Isabel. Análisis de los factores que determinan la resistencia al encamado y características de grano en arroz (*Oryza sativa* L.) y su asociación con otros caracteres, en varias poblaciones y ambientes: bases genéticas y QTLs implicados [en línea]. Biblioteca digital Aristides Rojas. 2012. [Consultado el 20 abril de 2012]. Disponible en: <http://www.bibliodar.mppeu.gov.ve/?q=doc_categoria/arroz>.
14. García, Aymara; Dorado, Madelyn; Pérez, Isel y Montilla, E. Efecto del déficit hídrico sobre la distribución de fotoasimilados en plantas de arroz (*Oryza sativa* L.). *Interciencia*, 2010, vol. 35, no. 1, pp. 47-54. ISSN: 0378-1844.
15. Rao, L. V.; Shiva Prasad, G.; Chiranjivi, M.; Chaitanya, U. y Surendhar, R. DUS Characterization for Farmer varieties of rice. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 2013, vol. 4, no. 5, pp. 35-43. ISSN: 2319-2380. [Consultado: 15 dic 2012]. Disponible en: <<http://www.iosrjournals.org>>.
16. Olmos, S. Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz. [en línea]. Corrientes: UNNE. Facultad de Ciencias Agrarias, 2006. [Consultado: 12 de julio de 2011]. Disponible en: <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informacion_Academica.html>.
17. Díaz Solís, Sandra; Cristo Valdés, Elizabeth; Morejón Rivera, Rogelio; Shiraishi, Masaaki y Dhanappala, Madduma. Evaluación morfoagronómica de germoplasma de arroz de diferente origen y grupo varietal. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 4, pp. 56-64. ISSN: 1819-4087.
18. Pandey, Praveen y John Anurag, P. Estimation of genetic parameters in indigenous rice. *Advances in Agriculture and Botany*, 2010, vol. 2, no. 1, pp. 79-83. ISSN: 2067-6352.
19. Díaz, Sandra; Morejón, R.; Castro, R. y Pérez, Noraida. Evaluación de Variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para la época de primavera en Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 4, 71-81 pp. ISSN: 1819-4087.
20. CIAT. Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina [CD-ROM] Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2010. 487 pp. ISBN: 978-958-694-103-7.
21. Morejón Rivera, Rogelio; Hernández Macías, Juan J. y Díaz Solís, Sandra H. Comportamiento de tres variedades comerciales de arroz en áreas del complejo agroindustrial arrocero «Los Palacios». *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 1, pp. 46-49. ISSN:1819-4087.
22. Morejón Rivera, Rogelio y Díaz Solís, Sandra. Combinación de las técnicas estadísticas multivariadas y el diseño aumentado modificado (DAM) en la selección de líneas de prueba en el programas de mejoramiento genético del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 3, pp. 65-70. ISSN:1819-4087.
23. Bosetti, Fátima; Imaculada Zucchi, Maria y Baldin Pinheiro, José. Molecular and morphological diversity in Japanese rice germplasm. *Plant Genetic Resources*, 2011, vol. 9, no. 2, pp. 229-232. ISSN: 1479-2621.
24. Chakrabarty, S. K.; Joshi Monika, A.; Singh Yogendra, Maity Aniruddha y Vashisht Veena, Dadlani M. Characterization and evaluation of variability in farmers varieties of rice from West Bengal. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2012, vol. 72, no. 2, pp. 136-142. ISSN: 0019-5200.

Recibido: 11 de marzo de 2014

Aceptado: 11 de diciembre de 2014

¿Cómo citar?

Díaz Solís, Sandra H.; Morejón Rivera, Rogelio; Lucinda David, Donessa y Castro Álvarez, Rodolfo. Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 131-141. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.