



CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE TRES CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) OBTENIDOS MEDIANTE EL CULTIVO *In Vitro* DE ANTERAS

Agronomic characterization of three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars obtained by *in vitro* anther culture

Noraida de J. Pérez León^{1✉}, María C. González Cepero¹,
Rodolfo I. Castro Menduiña¹ y Manuel Aguilar Portero²

ABSTRACT. Rice is the main source of carbohydrates in Cuban population's diet; therefore, great efforts have been dedicated to breeding studies on this crop. In this sense, a methodological procedure was developed to obtain three rice cultivars, which were planted along with their progenitors under field conditions and agronomically characterized by using 32 qualitative and 19 quantitative descriptors. Results showed a significant and positive correlation between agricultural yield and panicles per square meter and full grains per panicle, whereas a negative correlation with rice Blast effects. Thus, the use of hypocotyl length is suggested as a selection marker in early seasons. All cultivars, were able to form a large number of fertile tillers, despite showing a short-term cycle, which enabled them to achieve the highest yields, with the help of full grains per panicle and 1000-grain mass components.

RESUMEN. El arroz en Cuba constituye la principal fuente de carbohidratos en la alimentación de la población, razón por la cual se dedican grandes esfuerzos en los estudios de mejoramiento genético de este cultivo. En este sentido, se desarrolló un procedimiento metodológico, a través del cual se obtuvieron tres cultivares de arroz, los cuales se sembraron en campo junto a sus progenitores y caracterizados agrónomicamente con la utilización de 32 descriptores cualitativos y 19 cuantitativos. Los resultados mostraron la existencia de correlación positiva y significativa del rendimiento agrícola con las panículas por metro cuadrado y los granos llenos por panícula y negativa con las afectaciones provocadas por la Piriculariosis. Se sugiere la utilización de la longitud del hipocotilo, como un marcador de selección en épocas tempranas. Todos los cultivares, a pesar de mostrar un ciclo corto, fueron capaces de formar un número elevado de hijos fértiles, que le permitieron, junto con la contribución de los componentes granos llenos por panícula y masa de 1000 granos, obtener los más altos rendimientos.

Key words: human nutrition, descriptors, morphology, yield

Palabras clave: alimentación humana, descriptores, morfología, rendimiento

INTRODUCCIÓN

En programas de mejoramiento genético de especies autóгамas, se utiliza la variabilidad genética disponible en los cultivares locales o introducidos, pero cuando esta variabilidad no existe, el fitomejorador debe formar nuevas poblaciones para realizar selección. En Cuba, los programas de mejoramiento

del arroz para agroecosistemas de aniego han estado sustentados principalmente en las hibridaciones, mediante las cuales se han obtenido cultivares como 'J-104', 'Amistad'82', 'Perla de Cuba' e 'INCA LP-5', todos de alto potencial de rendimiento (1), pero susceptibles a la Piriculariosis.

El cultivo *in vitro* de anteras es un método que se ha integrado con éxito a los programas de mejoramiento, debido a sus múltiples ventajas: reduce el tiempo en obtener los cultivares; hay economía de recursos financieros y materiales; aumenta la eficiencia de la selección, tanto en caracteres cualitativos como cuantitativos y facilita la selección de los cultivares

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

² Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA) «Las Torres Tomejil», Alcalá del Río, Sevilla, España.

✉ nory@inca.edu.cu

superiores (2, 3, 4). Su utilización ha permitido la liberación de cultivares de alto rendimiento, resistentes a plagas y con mejor calidad de grano (5).

Teniendo en cuenta esta problemática, se desarrolló un procedimiento metodológico, dirigido a la obtención de cultivares cubanos de arroz, resistentes a la Piriculariosis y de buen comportamiento agronómico, que integra el cultivo *in vitro* de anteras de plantas F_2 como método de mejora, con una adecuada selección de progenitores y de las líneas logradas^A. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar tres cultivares de arroz obtenidos con el empleo de esta metodología, para su inscripción en el registro de variedades cubanas y brindar información a productores y mejoradores del cultivo, para su utilización, tanto en la producción, como en los programas de mejoramiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento metodológico empleado para la obtención de cultivares cubanos de arroz resistentes a la Piriculariosis y de buen comportamiento agronómico, incluyó la selección de progenitores, en canteros de infección natural frente a la enfermedad, en la localidad "Caribe" (sitio *hot spot* para las condiciones cubanas, ubicado en el municipio Consolación del Sur en Pinar del Río) y la identificación de cultivares de alto potencial productivo, para el desarrollo del programa de cruzamientos, seguido del cultivo *in vitro* de anteras de las plantas F_2 y posterior selección de las líneas obtenidas, que comenzó en campo, teniendo en cuenta el potencial productivo y la resistencia al patógeno; a continuación, se realizó una segunda evaluación en condiciones semicontroladas y con inoculación artificial de haplotipos virulentos identificados en Cuba, y finalmente la evaluación frente a toda la variabilidad de *Pyricularia grisea* Cav. existente en la localidad "Caribe".

Las semillas de los cultivares 'A/IL-11', 'A/V-L4' y 'P1/T-L6', obtenidos con el empleo de esta metodología, se sembraron junto a sus progenitores de buenos caracteres agronómicos en el campo de forma directa, a chorrillo, en parcelas de 2 m largo x 2 m ancho (4 m²), a una distancia de 15 cm entre surcos y una densidad de 100 kg ha⁻¹ de semilla, en la Unidad Científico-Tecnológica de Base "Los Palacios", provincia Pinar del Río (Tabla I).

Tabla I. Cultivares de arroz caracterizado y cruces que los originaron

Cultivares	Cruce
'A/V-L4'	Amistad '82/2077
'A/IL-11'	Amistad '82/IR 759-54-2-2
'P1/T-L6'	INCA LP-1/Tetep

^A Pérez, N. Obtención de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) resistentes a *Pyricularia grisea* Sacc. con buen comportamiento agronómico. [Tesis de Doctorado]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 2012, 100 p.

Las labores fitotécnicas se realizaron según el Instructivo Técnico para el Cultivo del Arroz^B. Se utilizó un diseño de Bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los cultivares fueron caracterizados agronómicamente, siguiendo la metodología elaborada por la Dirección de Certificación de Semillas, que detalla el formulario de descripción para el registro de variedades comerciales de arroz (*O. sativa*), con la utilización de los descriptores cualitativos y cuantitativos; color del coleóptilo; longitud del mesocotilo (cm); longitud del hipocotilo (cm); hábito predominante de crecimiento; capacidad de ahijamiento; color de la lemma y la pálea; color del ápice de la lemma y la pálea; pubescencia de la lemma y la pálea; color de las glumas; color del estigma; ángulo de inserción de la hoja por debajo de la hoja bandera; ángulo de inserción de la hoja bandera; longitud de la hoja bandera (cm); ancho de la hoja bandera (cm); longitud de la hoja por debajo de la hoja bandera (cm); ancho de la hoja por debajo de la hoja bandera (cm); vellosoidad de la lámina de la hoja; color de la lámina foliar, color de la lígula; forma de la lígula; longitud de la lígula (mm); resistencia de las aurículas al desprendimiento; color de las aurículas; color de la vaina de la hoja; color del nudo; color del entrenudo; color del anillo subnodal; color en la base del tallo; ciclo en días a la maduración; altura de la planta (cm); resistencia al acame; respuesta al fotoperíodo; tamaño de las aristas; color del grano apical de la panícula; color del ápice del grano apical de la panícula; densidad de la panícula; exserción de la panícula; granos vanos en el ápice de la panícula; fertilidad de la panícula; desgrane de la panícula; longitud de la panícula, largo del grano (mm); ancho del grano (mm); granos llenos por panícula; masa de 1000 granos (g); panículas por metro cuadrado, longevidad foliar predominante, rendimiento agrícola (t ha⁻¹) y rendimiento industrial (% de granos enteros) en muestras de 1 kg de arroz cáscara.

Los atributos de color fueron evaluados mediante una tabla de colores (6).

Se estimó el porcentaje de área foliar afectada (% AFA) por la Piriculariosis, durante la fase vegetativa y en la fase reproductiva se evaluaron los porcentajes de cuellos dañados; ambos datos fueron transformados a $\arcsen \sqrt{\%}$.

Los datos obtenidos para el ciclo, los rendimientos agrícola e industrial, las panículas por metro cuadrado, los granos llenos por panícula y la masa de 1000 granos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS versión 20 (7), mediante un análisis de varianza de clasificación doble y las medias comparadas mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error; posteriormente se realizó un análisis de correlación múltiple con todos los datos cuantitativos obtenidos.

^B MINAG. Instructivos Técnicos para el cultivo del arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz, La Habana, Cuba, 2008, p. 115.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla II se presentan los caracteres cualitativos evaluados a los cultivares 'A/V-L4', 'A/I-L11' y 'P1/T-L6' y a sus progenitores comerciales 'Amistad'82' e 'INCA LP-1'. En ella se puede apreciar que diez de estos caracteres permitieron diferenciar los cultivares de los progenitores de buen comportamiento agronómico que los originaron. Dentro de ellos se destacó la ausencia de aristas en los cultivares, que si bien las que presentan los progenitores 'Amistad'82' e 'INCA LP-1' son cortas, su presencia cuando son largas y en la mayoría de los granos, se considera una característica indeseable por los efectos que provoca en el proceso industrial.

Los cultivares también poseen panículas compactas, que es una medida indirecta de la cantidad de granos llenos y del rendimiento, así como panículas bien emergidas, característica que permite evitar la acumulación de humedad en el cuello, lo que puede ser favorable para la aparición y el desarrollo de enfermedades.

El color verde claro de la hoja y la base del tallo distinguieron al cultivar 'A/I-L11' de los progenitores 'Amistad'82' e 'INCA LP-1' y de los cultivares 'A/V-L4' y 'P1/T-L6', y la capacidad de ahijamiento muy alto transmitido por el progenitor 'INCA LP-1' al cultivar 'P1/T-L6' lo distinguió de 'A/V-L4' y 'A/I-L11'. Se incluyen, también, dentro de estos diez caracteres, que aportaron diferencias entre progenitores y líneas, el hábito predominante de crecimiento, la pubescencia de la lemma y la pálea, el ángulo de inserción de la hoja bandera y el color del nudo.

Tabla II. Caracteres cualitativos evaluados a tres cultivares y sus progenitores comerciales, 'Amistad'82' e 'INCA LP-1'

No.	Caracteres	Clasificación				
		A/V-L4	A/I-L11	Amistad'82	P1/T-L6	INCA LP-1
1	Color del coleóptilo	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro
2	Hábito predominante de crecimiento	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto	Intermedio
3	Capacidad de ahijamiento	Medio	Medio	Muy alto	Muy alto	Muy alto
4	Color de la lemma y la pálea	Paja	Paja	Paja	Paja	Paja
5	Color del ápice de la lemma y la pálea	Paja	Paja	Paja	Paja	Paja
6	Pubescencia de la lemma y la pálea	En el ápice	En el ápice	Parcial o total	En el ápice	En el ápice
7	Color de las glumas	Paja	Paja	Paja	Paja	Paja
8	Color del estigma	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino
9	Ángulo de inserción de la hoja por debajo de la hoja bandera	Erecta	Erecta	Erecta	Erecta	Erecta
10	Ángulo de inserción de la hoja bandera	Erecto	Erecto	Semi erecto	Erecto	Erecto
11	Vellosidad de la lámina de la hoja	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia
12	Color de la lámina foliar	Verde	Verde claro	Verde	Verde	Verde oscuro
13	Color de la lígula	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca
14	Forma de la lígula	Hendida	Hendida	Hendida	Hendida	Hendida
15	Resistencia de las aurículas al desprendimiento	Caedizas	Caedizas	Caedizas	Caedizas	Caedizas
16	Color de las aurículas	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro
17	Color de la vaina de la hoja	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
18	Color del nudo	Amarillento	Amarillento	Verde Amarillento	Amarillento	Amarillento
19	Color del entrenudo	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro
20	Color del anillo subnodal	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro
21	Color en la base del tallo	Crema	Verde claro	Blanquecino	Crema	Verde Amarillento
22	Resistencia al acame	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
23	Respuesta al fotoperíodo	Insensible	Insensible	Insensible	Insensible	Insensible
24	Tamaño de las aristas	Ausente	Ausente	Cortas	Ausente	Cortas
25	Color del grano apical de la panícula	Paja	Paja	Paja	Paja	Paja
26	Color del ápice del grano apical de la panícula	Paja	Paja	Paja	Paja	Paja
27	Densidad de la panícula	Compacta	Compacta	Intermedia	Compacta	Intermedia
28	Exserción de la panícula	Bien emergida	Bien emergida	Emergida	Bien emergida	Bien emergida
29	Granos vanos en el ápice de la panícula	1	1	1	1	0
30	Fertilidad de la panícula	Muy fértil	Muy fértil	Muy fértil	Muy fértil	Muy fértil
31	Desgrane de la panícula	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
32	Longevidad foliar predominante	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía	Tardía

En resumen, los procesos de recombinación y cultivo *in vitro* ocasionaron diferencias favorables en los cultivares para algunos caracteres cualitativos evaluados, presentes en los progenitores 'Amistad '82' e 'INCA LP-1' y 23 caracteres fueron comunes para los cultivares y sus progenitores de buenos caracteres agronómicos.

Al caracterizar 13 cultivares de arroz venezolanos, un grupo de autores encontraron que 13 caracteres cualitativos no permitieron la diferenciación entre ellos, lo que atribuyen al hecho de que su base genética es estrecha (8). En este sentido, al analizar la diversidad genética de cultivares de arroz cubanos, basados en caracteres morfológicos, su genealogía y polimorfismo de ADN, se ha enfatizado en la necesidad de diversificar los progenitores en los programas de mejoramiento, con el objetivo de ampliar la base genética del cultivo (9).

En la Tabla III se muestra la asociación entre los caracteres cuantitativos evaluados. En ella se aprecia una correlación positiva y significativa entre el rendimiento y las panículas por metro cuadrado y el rendimiento y los granos llenos por panícula. Estos componentes, por la influencia que ejercen sobre el rendimiento, son considerados como marcadores para la selección, en generaciones tempranas, de cultivares de alto rendimiento (10, 11).

El sistema de "intensificación" del cultivo del arroz, que se aplica en varios países asiáticos, se basa en el desarrollo de plantas vigorosas, mediante prácticas de manejo que reducen la competencia entre las plantas al comienzo del crecimiento. Estas plantas tienen raíces abundantes y profundas, producen de 30 a 100 panículas por planta (muchas de ellas efectivas) y sus panículas desarrollan muchos granos. Hay informes de que este sistema permite obtener rendimientos superiores a 8 t ha⁻¹ en suelos pobres y sin aplicar fertilizantes químicos (12).

La duración del ciclo no presentó correlación con el rendimiento, a diferencia de otros autores que refieren una correlación alta y positiva (13). Un ciclo más largo permite a la planta utilizar más el nitrógeno, mayor acumulación de materia seca y, generalmente, rendimientos más altos; de ahí que los cultivares que predominaron en Cuba, durante varias décadas, como por ejemplo IR 880 y J-104, fueron de ciclo medio. Sin embargo, el desarrollo de germoplasma precoz es uno de los objetivos fundamentales de los programas de mejoramiento, por las ventajas que estos cultivares representan al aprovechar mejor el calendario de siembra, emplear menos fertilizantes y consumir menos agua.

Tabla III. Matriz de correlaciones fenotípicas de los caracteres cuantitativos evaluados a los cultivares y sus progenitores comerciales, 'Amistad '82' e 'INCA LP-1'

	RI*	PM	GLI	PG	C	Alt	LP	LG	AG	Lhb	Ahb	LH	AH	Lig	Me	Hp	AFA	CA	
RA	0,24	0,89*	0,90*	0,49	-0,06	0,77	0,70	-0,27	0,00	-0,03	-0,24	-0,50	0,02	-0,03	-0,45	0,52	-0,96*	-0,97**	
RI		0,63	0,59	-0,06	-0,82	0,24	0,34	-0,31	0,12	0,60	0,81	0,28	0,37	-0,23	-0,14	0,07	-0,01	-0,38	
PM			0,98**	0,23	-0,40	0,61	0,62	-0,49	0,11	0,15	0,16	-0,38	0,13	-0,27	-0,42	0,31	-0,74	-0,95*	
GLI				0,32	-0,26	0,66	0,56	-0,37	0,27	0,07	0,20	-0,32	0,31	-0,25	-0,24	0,33	-0,73	-0,91*	
PG					0,14	0,90*	0,69	0,70	-0,19	0,35	-0,14	0,33	0,33	0,78	-0,02	0,92*	-0,57	-0,30	
C						-0,14	-0,47	0,32	0,43	-0,81	-0,53	-0,25	0,15	-0,01	0,53	-0,16	-0,03	0,25	
Alt							0,89*	0,33	-0,22	0,42	-0,07	0,11	0,24	0,56	-0,29	0,92*	-0,78	-0,66	
LP								0,11	-0,58	0,63	-0,12	0,02	-0,14	0,55	-0,67	0,89*	-0,75	-0,69	
LG									-0,09	0,28	0,04	0,74	0,43	0,82	0,45	0,53	0,17	0,48	
AG										-0,57	0,42	-0,03	0,74	-0,60	0,79	-0,51	0,21	0,06	
Lhb											0,45	0,64	0,03	0,57	-0,36	0,58	0,03	-0,04	
Ahb												0,64	0,69	-0,20	0,42	-0,18	0,48	0,17	
LH													0,55	0,56	0,45	0,27	0,53	0,56	
AH														-0,01	0,78	0,05	0,18	0,10	
Lig															-0,13	0,83	-0,15	0,17	
Me																-0,37	0,56	0,58	
Hp																	-0,63	-0,41	
AFA																			0,90*

RA*- Rendimiento agrícola (t ha⁻¹), RI- Rendimiento industrial (% granos enteros), PM- Panículas por metro cuadrado, GLI-Granos llenos por panícula, PG-Masa de 1000 granos (g), C-Ciclo (días), Alt-Altura de la planta (cm), LP-Longitud de la panícula (cm), LG-Largo del grano (mm), AG-Ancho del grano (mm), Lhb-Longitud de la hoja bandera (cm), Ahb-Ancho de la hoja bandera (cm), LH-Longitud de la hoja por debajo de la hoja bandera (cm), AH-Ancho de la hoja por debajo de la hoja bandera (cm), Me-Longitud de la ligula (mm), Lig-Longitud del mesocotilo (cm), Hp-Longitud del hipocotilo (cm), AFA-Área foliar afectada por la Piriculariosis, CA- Porcentaje de panículas dañadas en el cuello por la Piriculariosis. Correlaciones significativas a partir de 0,87 para p< 0,05 y 0,95 para p<0,01

Otros caracteres, como la altura y la longitud de la hoja bandera, no presentaron correlación con el rendimiento, a diferencia de los resultados mostrados por otros autores, que evaluaron cultivares diferentes a los incluidos en este trabajo y encontraron correlaciones positivas y altamente significativas (11). Se apreciaron correlaciones positivas y significativas entre la longitud del hipocotilo y la masa de 1000 granos, la altura de la planta y la longitud de la panícula. No aparecen en la literatura consultada referencias al respecto, pero sería conveniente repetir esta evaluación con un número mayor de cultivares, ya que la longitud del hipocotilo puede constituir un marcador de selección en épocas tempranas de estos importantes componentes del rendimiento.

Las afectaciones provocadas por la Piriculariosis, tanto en las hojas como en el cuello de la panícula, se correlacionaron positivamente entre ellas y de forma negativa con el rendimiento agrícola, mientras que los porcentajes de cuellos afectados se asociaron con dos de sus componentes importantes: las panículas por metro cuadrado y los granos llenos por panícula. Estos resultados evidencian la importancia del mejoramiento genético del cultivo dirigido a la obtención de cultivares resistentes a la enfermedad, ya que cultivares susceptibles, sembrados en condiciones favorables para el desarrollo del hongo, pueden ser totalmente destruidos en la fase vegetativa.

Las manchas típicas de la enfermedad en las hojas de la planta de arroz pueden enfermarse, dependiendo de las condiciones ambientales y de la susceptibilidad del cultivar y producir la reducción del área fotosintética, mientras que en el cuello de la panícula, la colonización del hongo inhibe el flujo de fotosintetizados hacia los granos en formación, originando panículas vacías y la caída de estas, lo que en ambos casos provoca pérdidas importantes del rendimiento (14, 15).

En la Tabla IV se presenta el análisis de varianza efectuado a los caracteres agronómicos de mayor importancia; en ella se aprecia que los parámetros cuantitativos, relacionados con el rendimiento agrícola y sus componentes así como la calidad industrial permiten una mejor caracterización de los cultivares, con diferencias significativas entre ellos y con los

progenitores, lo que coincide con los resultados obtenidos por otros autores (8).

Al analizar el comportamiento de los cultivares, se destaca 'A/I-L11', que combinó los más altos rendimientos agrícola e industrial, sin diferencias significativas con 'A/V-L4' y 'P1/T-L6', y superiores todos al cultivar 'Amistad'82', para el rendimiento agrícola. Para el rendimiento industrial, A/I-L11 fue superior y estadísticamente diferente del resto.

Los componentes del rendimiento panículas por metro cuadrado y granos llenos por panículas, fueron superiores para el cultivar 'A/I-L11', lo cual evidencia que el rendimiento está asociado con la producción de granos que se obtiene, no solamente por un incremento en las panículas por metro cuadrado; también deben ser considerados los granos llenos presentes en estas panículas. La mayor masa de los granos fue obtenida por 'P1/T-L6', sin diferencias significativas con 'A/I-L11', A/V-L4 y el cultivar 'INCA LP-1'.

Todos los cultivares, a pesar de mostrar un ciclo corto, fueron capaces de formar un número elevado de hijos fértiles, que le permitieron, junto con la contribución de los componentes granos llenos por panícula y masa de 1000 granos, obtener los más altos rendimientos, superiores incluso al cultivar 'INCA LP-1', de ciclo medio.

Los cultivares 'A/I-L11', 'A/V-L4' y 'P1/T-L6' que integraron resistencia a *P. grisea* con buenos caracteres agronómicos, fueron incluidos en las ferias de biodiversidad desarrolladas a través de programas de fitomejoramiento participativo en "Los Palacios", "Bahía Honda" y "Mantua", en la provincia de Pinar del Río, en "Florida", provincia Camagüey y el municipio especial de la "Isla de la Juventud", para facilitar su difusión a los productores, resultando con una mayor aceptación el cultivar A/I-L11, el que se inscribió en el registro comercial de variedades cubanas, con el nombre de Anays LP-14 y en la actualidad se siembra en las fincas de semilla para su extensión a la producción arrocera.

Tabla IV. Comportamiento de algunos caracteres cuantitativos evaluados a los cultivares y sus progenitores comerciales, 'Amistad'82' e 'INCA LP-1'

Cultivares	Ciclo (días)	Rendimiento Agrícola (t ha ⁻¹)	Panículas por m ²	Granos llenos por panícula	Masa de 1000 granos (g)	Rendimiento industrial (% granos enteros)
A/V-L4	127 b	7,5 ab	474 ab	105 b	28,5 ab	57,5 b
A/I-L11	128 b	8,1 a	505 a	143 a	29,0 ab	59,6 a
P1/T-L6	127 b	7,5 ab	467 abc	108 b	30,1 a	58,1 b
Amistad'82	127 b	5,1 c	425 c	71 d	28,3 b	58,2 b
INCA LP-1	142 a	6,8 b	436 bc	88 c	29,2 ab	55,5 c
X	130	7	461	103	29	57,8
Esx	1,53*	0,23*	9,9*	2,36*	0,37*	0,26*

Medias con letras en común por columna, no difieren significativamente para $p < 0,05$ según Prueba de Tukey

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez, N.; González, M. C.; Castro, R. I.; Cristo, E.; Cárdenas, R. M.; Díaz, H.; Díaz, E. y Trujillo, D. "Impacto del Programa de Mejoramiento Genético del Arroz en la producción arroceras nacional". *Nueva Empresa*, vol. 8, no. 1, 2012, pp. 60-63, ISSN 1682-2455.
2. Purwoko, B. S.; Dewi, I. S. y Khumaida, N. "Rice Anther Culture to Obtain Doubled-Haploids with Multiple Tolerances". *Asia Pacific Journal Molecular Biology Biotechnology*, vol. 18, no. 1, 2007, pp. 55-57, ISSN 0128-7451.
3. Cristo, E.; Pérez, N.; González, M. C. y Cárdenas, R. M. "Evaluación de líneas de arroz obtenidas mediante cultivo *in vitro* de anteras para condiciones de bajos suministros de agua". *Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 3, septiembre de 2010, pp. 47-50, ISSN 0258-5936.
4. Khatun, R.; Islam, S. M. y Bari, M. A. "Studies on plant regeneration efficiency through *in vitro* micropropagation and anther culture of twenty five rice cultivars in Bangladesh". *Journal of Applied Sciences Research*, vol. 6, no. 11, 2010, pp. 1705-1711, ISSN 1816-157X, 1819-544X.
5. Gueye, T. y Ndir, K. "*In vitro* production of double haploid plants from two rice species (*Oryza sativa* L. and *Oryza glaberrima* Steudt.) for the rapid development of new breeding material". *Scientific Research and Essays*, vol. 5, no. 7, 2010, pp. 709-713, ISSN 1992-2248.
6. Giraldo, A. G.; Fernández, de S. J. y Muñoz, A. G. *Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo* [en línea]. edit. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1993, 167 p., ISBN 958-9183-27-1, [Consultado: 7 de diciembre de 2015], Disponible en: <<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54651>>.
7. *IBM SPSS Statistics* [en línea]. Versión 20, [Windows], edit. IBM Corporation, U.S, 2011, Disponible en: <<http://www.ibm.com>>.
8. Montoya, M.; Rodríguez, N.; Almeida, I. P.; Cova, J. y Alemán, L. "Caracterización morfológica de 13 variedades de arroz venezolanas". *Agronomía Tropical*, vol. 57, no. 4, 2007, pp. 299-311, ISSN 0002-192X.
9. Fuentes, J. L.; Cornide, M. T.; Alvarez, A.; Suarez, E. y Borges, E. "Genetic diversity analysis of rice varieties (*Oryza sativa* L.) based on morphological, pedigree and DNA polymorphism data". *Plant Genetic Resources*, vol. 3, no. 03, diciembre de 2005, pp. 353-359, ISSN 1479-263X, DOI 10.1079/PGR200588.
10. Saif-ur-Rasheed, M.; Ahmad, S. H. y Babar, M. "Correlation and Path Coefficient Analysis for Yield and its Components in Rice (*Oryza sativa* L.)". *Asian Journal of Plant Sciences*, vol. 1, no. 3, 1 de marzo de 2002, pp. 241-244, ISSN 16823974, 18125697, DOI 10.3923/ajps.2002.241.244.
11. Wattoo, J. I.; Khan, A. S.; Ali, Z.; Babar, M.; Naeem, M. y Hussain, N. "Study of correlation among yield related traits and path coefficient analysis in rice (*Oryza sativa* L.)". *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, no. 46, 2010, pp. 7853-7856, ISSN 1684-5315.
12. Riveros, G. y Rodríguez, N. S. "La fisiología de la planta y la productividad del cultivo". En: eds. Degiovanni B. V., Martínez R. C. P., y Motta O. F., *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina*, edit. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2010, pp. 100-115, ISBN 978-958-694-102-0.
13. Sürek, H. y Beşer, N. "Correlation and Path Coefficient Analysis For Some Yield-Related Traits in Rice (*Oryza sativa* L.) Under Three Conditions". *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 27, no. 2, 5 de mayo de 2003, pp. 77-83, ISSN 1300-011X.
14. Zambrano, A. Y.; Vegas, A.; Cardona, R.; Gutiérrez, Z. y Demey, J. R. "Estructura genética y diversidad de linajes de «*Pyricularia grisea*» en la zona arroceras venezolana". *Interiencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América*, vol. 31, no. 1, 2006, pp. 62-66, ISSN 0378-1844.
15. Dias, N. J. J.; Rodrigues, dos S. G.; Castro, N. M. D. de; Anjos, L. M. dos; Fontana, C. A. C. y Ignácio, M. "Influência do meio de cultura na esporulação de *Magnaporthe grisea* e da concentração de conídios na severidade da brusone do arroz". *Bioscience Journal*, vol. 26, no. 2, 23 de marzo de 2010, pp. 173-179, ISSN 1981-3163.

Recibido: 9 de mayo de 2014

Aceptado: 26 de marzo de 2015