



**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”.**



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TRABAJO DE DIPLOMA.

**TÍTULO: COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE
ARROZ (*Oryza sativa* Lin.) DE CICLO MEDIO, EN EL” SUR DEL JÍBARO”
SANCTI SPÍRITUS.**

AUTOR: EDIVALDO GABRIEL CARRERA ORTIZ.

ESPECIALIDAD: AGRONOMÍA

CURSO: 20011 -2012



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”.



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TRABAJO DE DIPLOMA.

**TÍTULO: COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE
ARROZ (*Oryza sativa* Lin.) DE CICLO MEDIO, EN EL” SUR DEL JÍBARO”
SANCTI SPÍRITUS.**

AUTOR: EDIVALDO GABRIEL CARRERA ORTIZ.

TUTOR: MSc. RENÉ PÉREZ POLANCO.

ESPECIALIDAD: AGRONOMÍA

CURSO: 20011 -2012

DEDICATORIA.

A todos los que me ayudaron a terminar mi carrera.

AGRADECIMIENTOS.

A mi tutor MSc. René Pérez Polanco por guiarme en el camino correcto, y su ayuda incondicional.

A todos los que de una forma u otra han hecho posible mi profesionalidad.

A la revolución cubana que nos ha dado la posibilidad de superarnos.

A mi esposa e hijos por su apoyo en todos los momentos.

A todos.

Muchas gracias.

PENSAMIENTO.

En la tierra hacen falta personas que trabajen mas y critiquen menos, que construyan mas y destruyan menos, que prometan menos y resultan mas, que esperen recibir menos y dar mas, que digan mejor ahora que mañana.

CHE.

RESUMEN.

Cuba obtiene un rendimiento agrícola de arroz bajo, con un promedio de alrededor de 3 t/ha. Dada la demanda de este grano en el país, se hace imprescindible incrementarlo y para ello es necesario obtener variedades que reúnan un mayor número de características deseables, y que respondan mejor a los intereses de los productores y a las demandas de los consumidores. Por esta razón, el objetivo de este experimento, fue el de evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de arroz en la Estación Territorial de investigaciones de Granos "Sur del Jíbaro", de Sancti Spíritus con el fin de seleccionar las mejores para posteriormente llevarlas a validación. Se utilizaron 8 líneas, las que resultaron comparadas con la variedad J-104 que actualmente se siembra en producción, y que constituyó el testigo de comparación. Destacándose que las líneas 4613, 4675 tienen mayor ciclo hasta la floración y la variedad testigo J-104; el mayor rendimiento agrícola lo presentaron las líneas 4614, rojo 18, rojo 23b, rojo 26A y la 10578 sin diferencias significativas con el testigo. Resultaron resistentes al daño mecánico del insecto *Tagosodes orizicolus* Muir los genotipos 4613 Y 4614 con diferencias significativas con el testigo J -104 que muestra susceptibilidad y solo resultaron resistentes al daño hongo *Pyricularia grisea* Sacc., los genotipo 4675 y rojo-17 c. El mejor comportamiento general lo presentó la línea 4614 destacándose por su rendimiento, resistencia y calidad del grano.

SUMMARY.

Cuba obtains an agricultural yield of low rice, with an average of around 3 t/ha. Given the demand of this grain in the country, becomes indispensable to increase it and for it is necessary to obtain varieties that gather a bigger number of characteristic desirable, and that they respond better to the interests of the producers and the demands of the consumers. For this reason, the objective of this experiment, was the one of evaluating the agronomic behaviour of promissory lines of rice in the Territorial Station of investigations of Grains "Sur del Jíbaro", of Sancti Spíritus with the purpose of selecting the best that later on to take them to validation. 8 lines were used, those that were compared with the variety J-104 that at the moment it planting in production, and that the comparison witness constituted. Standing out that the lines 4613, 4675 have bigger cycle until the flowering and the variety witness J-104; the biggest agricultural yield presented it the lines 4614, red - 18, red 23b, red - 26A and the 10578 without significant differences with the witness. They were resistant to the mechanical damage of the insect *Tagosodes orizicolus* Muir the genotypes 4613 and 4614 with significant differences with the witness J -104 that it shows susceptibility and only they were resistant to the damage mushroom *Pyricularia grisea* Sacc., the genotype 4675 and red-17 c. The best general behaviour presented it the line 4614 standing out for its yield, resistance and quality of the grain.

INDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 La importancia del cultivo del arroz.....	3
2.2 Mejoramiento genético del arroz.....	6
2.3 Plagas y enfermedades del arroz.....	14
MATERIAL Y MÉTODO.....	19
3.1 Evaluaciones realizadas	19
3.2 Procesamiento estadístico.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1 Ciclo de germinación a maduración del grano.....	22
4.1.1 Rendimiento agrícola.....	23
4.1.2 Vigo.....	23
4.1.3 Población.....	24
4.1.4 Peso de 1000 granos.....	25
4.1.5 Resistencia al acame.....	25
4.1.6 Resistencia al desgrane.....	26
4.1.7 Resistencia a la <i>Pyricularia</i>	27
4.1.8 Resistencia al <i>Tagosodes orizicolus</i>	27
4.1.9 Panícula por m ²	28
4.2 Análisis económico.....	29
CONCLUSIONES.....	31
RECOMENDACIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXOS.....	39

INTRODUCCIÓN.

El arroz crece en terrenos muy calurosos y húmedos. Alcanza casi un metro de altura y forma flores perfectas, con seis estambres y un solo pistilo. Los principales consumidores de arroz viven en países en vías de desarrollo con estos ambientes, por lo tanto el aumento en la producción activado por selecciones adecuada de fenotipos aparentes para estos ambiente, podría constituir una enorme contribución para aliviar la demanda de alimentos en la fracción de la población de más rápido crecimiento a nivel global en Asia y en América Latina.

La producción mundial de arroz a principios de las últimas décadas ha sido de más de 510 millones de toneladas. Los principales productores son China y la India, mientras que en Europa, son España (en las zonas de clima mediterráneo) e Italia; aunque en términos absolutos, las cosechas son muy inferiores a las de países que dedican a este cultivo extensiones enormes, pero los rendimientos están entre los más altos del mundo. En América Latina, como en casi todas las regiones productoras de arroz, la mayor parte de la cosecha se consume localmente y algunos países sin tradición arroceras deben importar el grano, con las limitantes que impone un mercado mundial que solo comercia internacionalmente el 5% de la producción total. (Khush y Toeniessen, 1991).

Alfonso et al, (2002) expresaron que el arroz es un componente permanente en la dieta del cubano, con un consumo anual cercano a 56 Kg. per cápita. En la década del 80 el aporte alimentario de este cereal representaba el 13% de las proteínas y el 15% de la energía en la dieta de los cubanos y en años recientes representa más del 18% en las proteínas y 20% de la energía. (INDUARROZ, 2005)

Es importante destacar que para elevar las producciones de arroz, basado en el mejoramiento de las variedades, hay que tener en cuenta que todo programa necesita contar con una gama de métodos que permita alcanzar el objetivo planteado como liberación de cultivos, no solo con altos rendimientos de grano en campos, sino también con alta calidad en el molino, buena calidad culinaria y resistencia a enfermedades (Gamboa et al, 2003).

En Cuba, la política en cuanto a la composición varietal es disponer de genotipos resistentes a las principales plagas y enfermedades que inciden, seleccionadas por su adaptabilidad a las condiciones de las diferentes empresas y con distintos ciclos

evolutivos, fundamentalmente ciclos más cortos que las variedades actuales.(Orelvis , 2011).

En la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”, de Sancti Spíritus, se realizan estudios buscando una estructura varietal apropiada, debido a que en el CAI Arrocero sólo se siembran una o dos de ellas, por lo que es necesario la obtención de nuevas variedades, con características diferentes a las que poseen las actuales, para validarlas e introducirlas a la producción.

Problema científico:

Por lo antes referido y la constante necesidad de buscar nuevas variedades, es que se realiza esta investigación.

¿Cómo se comportan agronómicamente en las condiciones locales del Sur del Jíbaro las líneas promisorias de ciclo medio como parte del Programa de Mejoramiento Genético del Arroz en Cuba (PMGAC)?.

Ya que para cada una de estas líneas existe una respuesta varietal la cual está dada por sus características genéticas.

Hipótesis:

Si se compara el comportamiento agronómico de líneas promisorias de arroz de ciclo medio en el “Sur del Jíbaro”, se pueden seleccionar las que conjuguen el mayor número de características prioritarias para el Programa de Mejoramiento Genético del Arroz en Cuba (PMGAC).

Objetivo general:

Comparar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de arroz de ciclo medio en el “Sur del Jíbaro”, que posibiliten la selección para la conformación de una estructura varietal.

Objetivos específicos:

1. Determinar el comportamiento agronómico que posibiliten una selección de las líneas más productivas.
2. Seleccionar las líneas que conjuguen el mayor número de características prioritarias para el PMGAC.

2-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

UN ACERCAMIENTO A LA SELECCIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS DE ARROZ EN CUBA.

2.1- La importancia de cultivo del arroz. Una miradas desde los incrementos productivos.

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10 000 años en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres, pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a las altas y probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujo a otras partes del mundo. (FAO, 2004).

Molina y Ochoa, (2001) expresaron que el arroz fue introducido al Sur de Japón desde China alrededor de 1 000 años antes de Cristo (a.C.), y desde allí, éste se diseminó hacia el extremo Norte de Japón en el Siglo XVIII. Posteriormente los portugueses lo introdujeron hacia Brasil y los españoles en Centroamérica y partes de Sudamérica.

Meneses (1988) expresó que a través de la historia se puede constatar la estima que el hombre ha tenido por el arroz; sus valiosas cualidades nutritivas, caracterizadas por su alto contenido de calorías, además de contener gran cantidad de aminoácidos esenciales.

Por todo ello, es el cereal más cultivado, produciéndose en 113 países del mundo y su importancia crece cada día más, debido a su industrialización y el aumento de la población mundial. La mayoría de los productores son pobres ya que cerca de las cuatro quintas partes del arroz mundial, es para consumo local. (FAO, 2004).

El arroz es una planta anual, perteneciente a la familia *Poacea*, género *Oryza*, el cual incluye veinte especies silvestres y dos especies cultivadas, *O. sativa* (arroz de Asia) y *O. glaberrima* (arroz africano). La primera especie, es la de mayor área sembrada en el mundo.

Induarroz, (2005) citó que el arroz es el grano que registra la tercera mayor producción mundial después del maíz y del trigo. El maíz, junto con los otros granos gruesos, contribuyó con el 47.6% de la producción mundial de granos entre 1990 y 1995, el trigo con el 31.8% y el arroz con el 20.6%. Este último, constituye el principal alimento en la región más poblada y de mayor crecimiento económico como el Asia.

La inmensa mayoría de su producción se destina al consumo humano y solamente lo que no es apto para dicho consumo se usa en otras industrias, tales como la de alimentación animal, la cerveza, etc. (67% y 20% respectivamente).

El rendimiento mundial del arroz para 1996 fue de 2.52 t/ha, y se proyecta que para el año 2010 será de 2.87 t/ha, con un incremento anual de 0.93%, lo que es un poco optimista si consideramos que el de los últimos 6 años fue de 0.68%. La base para ese rendimiento "optimista" proyectado responde básicamente al desarrollo e incremento en el uso de variedades mejoradas. (Molina – Ochoa, 2001).

La producción mundial de arroz en la década 1990 – 1999 ha superado los 500 millones de toneladas, siendo récord el año 1997 con 580.2 millones. El promedio anual de los años 1996 – 2000 fue de 150.8 millones cosechadas, con 570.9 millones de toneladas de arroz Paddy y un rendimiento de 3.79 t/hectáreas (1106 qq por caballería). Por continente, el 91 % de arroz se produce en Asia, el 5% en América, el 3% en África y el 1 % entre Europa y Oceanía (Martínez, 2000).

En la actualidad, los países con el mayor consumo per cápita mundial son: Myanmar y Vietnam con 203 y 167 Kg. de arroz consumidos por persona al año. En Latinoamérica el principal país consumidor per cápita es Costa Rica con 62 Kg., seguido por Perú y Ecuador con 50 y 49 Kg. respectivamente.

La producción de arroz en América Latina, se realiza bajo el sistema de secano con todas las limitantes inherentes de este, lo que condiciona una baja productividad. Una de las limitantes principales de producción es la falta de variedades adaptadas a las condiciones de secano con buena productividad y calidad molinera. (Paz, 1998),

Guimarães y Correa (1997) señalaron que en las últimas dos décadas se ha incrementado sustancialmente la producción del grano en América Latina, la causa, en gran parte, ha sido el arroz de riego genéticamente mejorado, cuyo rendimiento, en promedio pasó de 3.5 t/ha en 1970 hasta 5 t/ha en 1995. Este es el efecto de la denominada “Revolución Verde” que implicó la introducción de variedades masivas cuyo tipo de planta, que era nuevo, se caracterizaba por tener un tallo más corto y responder mejor a los insumos como fertilizantes.

Según FAO (2004), la producción mundial de arroz es de 545 millones de toneladas y se estima que para el 2025 debe ser de 700 millones de toneladas para suplir la demanda de una población con un crecimiento de 650 millones de habitantes por año, esto es el 2.5% de la población actual del mundo.

El arroz biofortificado contiene hierro, que es un elemento imprescindible para el organismo humano, principalmente durante las fases de crecimiento, ya que la ausencia de este mineral trae como consecuencia la enfermedad conocida como “anemia”, y esta puede traducirse principalmente en deficiencia en el crecimiento y rendimiento físico y mental. De acuerdo al Codex Alimentarius la ingesta diaria recomendada de hierro es de 23.33 mg.

Sin embargo, más de 3.000 millones de personas, casi la mitad de la población humana, no cubren sus necesidades básicas de alimentos y nutrición y están en riesgo de enfermedades, mortandad y baja calidad de vida asociados con deficiencias de micronutrientes.

La agricultura moderna demanda más de un cultivar con un rendimiento promedio satisfactorio sobre un alto rango de condiciones ambientales por lo que la habilidad de algunos cultivares en presentar buen comportamiento ante estos rangos de ambiente es altamente apreciada por los agrónomos y mejoradores. (Deus et al., 1985).

En Cuba se obtiene un rendimiento promedio de alrededor de 3 t/ha y para incrementarlo es necesario obtener variedades que se adapten mejor a cada región, época y método de siembra, pues para cada una de estas existe una respuesta varietal la cual está dada por sus características genéticas. Además, se siembran muy pocas variedades fundamentalmente en el arroz especializado, aspecto que puede provocar grandes afectaciones a la producción arrocería del país.

Madruga (2004) expresó que aumentar las producciones arroceras sobre la base de mejores rendimientos, junto con una mayor calidad de este grano, es de los objetivos que se propuso Cuba en el 2004, declarado oficialmente Año Internacional del Arroz por la Asamblea General de Naciones Unidas, teniendo en cuenta la incidencia de este cultivo en la alimentación de la humanidad y las bajas reservas que hoy tiene de ese cereal en el planeta.

De acuerdo con el programa general para la celebración de tal jornada mundial, Cuba desarrolla un programa que aspira a aumentar la producción en un 10% con respecto a otros años obteniendo mayores rendimientos agrícolas e industriales, sin embargo, la producción nacional solo satisface un poco más del 50% de las necesidades por lo que se ve obligado a completar con importaciones.

En la provincia de Sancti Spiritus existen diferentes problemas de la agricultura que afectan el cultivo del arroz, entre ellos, la mala nivelación de los suelos; bajo nivel nutricional de éstos; alto nivel de salinización; alto índice de compactación del suelo; alto índice de mezclas varietales en áreas de producción especializada; mal estado técnico de drenajes costeros; deterioro de sistemas de riego y obras de fábrica; tecnología de secado obsoleta; falta de equipos e implementos para la producción familiar de arroz; insuficiente producción de semilla para la producción familiar de arroz; no existencia de tecnología y equipamiento de secado y molinado para producción de arroz familiar.

A pesar de ello, con la aplicación del proyecto de arroz popular y familiar en convenio con la República Popular de Viet Nam se han logrado incrementar las producciones a nivel de provincia ya que se integra al campesinado y a su familia en el cultivo de tan preciado grano.

2.2 Mejoramiento genético del arroz.

Además de las implicaciones económicas a gran escala de la investigación en arroz, esta especie puede convertirse en organismo modelo en la investigación biológica por su estructura genética. El arroz es diploide, $n = 12$ cromosomas, su genoma es el menor de las monocotiledóneas conocidas y existe una enorme colección de germoplasma (más de 120 000 accesiones alrededor del mundo).

La composición aproximada del grano es: 7.8% de proteína, 0.4% de grasa, 78.8% de carbohidratos y 0.3% de fibra, para el arroz blanco; 7.5% de proteína, 1.9% de grasa,

76.5% de carbohidratos y 0.9% de fibra, para el arroz moreno; y 7.4% de proteína, 0.3% de grasa, 81.1% de carbohidratos y 0.2% de fibra, para el arroz parbolizado. (Induarroz, 2005).

Los programas de investigación y mejoramiento del arroz no sólo deben incluir las evaluaciones tradicionales enfocadas a los componentes de rendimiento y caracteres morfológicos, es necesario tomar en cuenta la calidad para satisfacer los gustos del consumidor (Llarraza, 2002),

(Livore, 2004).plantea que: “el arroz es el único cereal que se consume como tal, sin más procesamiento que descascarado y pulido”. La integridad del grano durante ese proceso determina la denominada calidad industrial; su comportamiento durante y después de la cocción caracteriza su calidad culinaria. La primera es universal y tiene su normalización, la segunda es absolutamente dependiente de los hábitos culturales

Datos reciente indican que el fitomejoramiento constituye una herramienta eficiente, confiable y de menor costo para el desarrollo de germoplasmas con mayor valor nutricional (Martínez, C. et al. 2007).

En general, la calidad de un producto se define por el conjunto de atributos que lo caracterizan y que determinan, el grado de aceptación del comprador. Esta definición refleja que es el usuario el que interpreta la mayor o menor calidad de un producto en función de sus características particulares, las preferencias del colectivo al que se dirija o el uso al que se destine.

En el caso del arroz el control de calidad en el mercado debe empezar con la selección de las variedades a cultivar, que junto con un manejo cuidadoso, asegurarán una buena calidad del producto final. Por ello, es necesario conocer cuáles son las características de una variedad en aquellos atributos que caracterizan su calidad (León y Carreres, 2002).

Los determinantes de la calidad y apariencia del grano, de arroz incluyen caracteres tales como: el rendimiento en grano entero, el porcentaje de granos yesosos y con centro blanco, la longitud, el grosor y la forma del grano (estimada como relación entre la longitud y el grosor del grano). Según estudios realizados por Lanceras (2002) y Yan (2003), en la apariencia del grano pulido participan decisivamente las dimensiones y forma del grano, las características de perlado y su blancura. La forma y tamaño del grano son características varietales que influyen en muchas fases del proceso, manejo y comercialización.

La medida de la longitud y la relación longitud - anchura del grosor son la base para la clasificación del tipo de grano (León y Carreres, 2002). Existen 4 tipos de GP (Livore, 2004) de acuerdo con sus dimensiones: el grano largo fino con la longitud mayor a 6 mm y un ancho menor a 2 mm; el grano largo ancho con longitud mayor de 6 mm y ancho mayor de 3 mm; el grano mediano posee una longitud entre 5-6 mm y un ancho entre 2,5 - 3 mm; el grano corto es aquel que posee una longitud menor de 5mm y un ancho mayor de 2,5 mm también llamado grano redondo (Livore, 2004).

Las dimensiones del grano son atributos muy condicionados por la genética de la variedad, con escasa o nula influencia de las condiciones que acontecen durante su desarrollo, lo que reafirma su importancia como criterios de calidad (León y Carreres, 2002).

En los trabajos de Martínez (2002) se indican que el tamaño del grano es altamente heredable en la mayoría de los ambientes, características que se fijan excepcionalmente temprano en las generaciones segregantes, la forma y la longitud se heredan de forma cuantitativa.

Otro carácter de importancia es el color del grano, que viene dado por la capa más externa de la cariósida, suele variar desde amarillo claro a negro. El color negro es generalmente un defecto, con excepción de algunos arroces de pericarpio rojo utilizados en la gastronomía europea (Chaudhary y Tran, 2001).

Algunos estudios señalan que es un carácter de herencia compleja y baja heredabilidad, con segregación transgresiva, interacciones epistáticas, posibles efectos maternos y dominancia (Tan 2001). El color perlado es otra característica de importancia en lo que a calidad se refiere y se entiende como las zonas opacas del grano que pierden su cristalinidad por un mal empaquetamiento de los componentes celulares del endospermo, como gránulos de almidón y proteína. (León y Carreres, 2002).

Esto hace que el grano sea más frágil y se rompa con más facilidad que el grano cristalino con gránulos poliédricos y empaquetados apretados. (Web, 1991).

De la Loma (1973) expresó que para iniciar cualquier programa de mejora de plantas, con el fin de obtener variedades o tipos de mayor valor, es necesario partir de un material ya existente para someterlo a los trabajos que cada método implique; este material puede existir en variedades comerciales, sean locales o de otro origen, en variedades mejoradas, obtenidas en la región a que se destine el tipo que se pretende formar o en otros países y por último en formas vegetales espontáneas de la misma especie o del mismo género.

Guimarães (1998) planteó que el mejoramiento es una ciencia que requiere de años de trabajo y dejar que los fitomejoradores hagan su parte para que en un corto espacio de tiempo puedan observarse mayores resultados.

Chatel y Guimarães (1995), indicaron que los objetivos de mejoramiento de las poblaciones de arroz son las siguientes:

Conformar un solo germoplasma con la variedad genética contenida en diversos individuos.

Incrementar progresivamente el valor genético de una o varias características agronómicas de determinado material.

Crear una base genética que permita la obtención de línea fijas con alto nivel de expresión de la característica elegida o de varias características.

Crear un germoplasma que sea fuente de progenitores potenciales para los programas de mejoramiento.

Los trabajos de mejoramiento genético del arroz en Cuba comenzaron en 1968; con la introducción de variedades semienanas (tipo IR) y el programa toma fuerza a partir de la década de los 70, cuando, además de introducir germoplasma del Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) de Filipinas y del Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (CIAT), estableció su propio Programa de Mejoramiento (Pérez et al., 2000)

La base del mejoramiento genético en el país, se lleva a cabo fundamentalmente mediante un programa de cruzamientos el cual, según Pérez et al., (2000) tiene como objetivo obtener variedades con las siguientes características: altos rendimientos, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al acamado, al desgrane, ciclo más corto, porte semienano y mejor calidad del grano.

Los objetivos del programa de mejoramiento genético del arroz en Cuba han estado encaminados a la obtención de un tipo de planta índica semienana con alto potencial de rendimiento agrícola y resistencia a *Tagosodes orizicolus Muir*, que ha sido el objetivo principal durante muchos años. (Suárez et al., 2000)

Para la obtención de una variedad que reúna las características antes mencionadas, es necesario poseer los recursos genéticos básicos y lograr conjugarlos en un solo genotipo, cuestión ésta que requiere de un arduo trabajo por parte de los mejoradores. De la Loma (1973) manifestó que en la agricultura se denomina variedad comercial a un conjunto de individuos dotados de caracteres comunes de importancia industrial o agronómica y capaz de transmitirlos de una manera más o menos constante a sus descendientes.

Existen caracteres que distinguen una variedad como la pigmentación de diferentes partes de la planta, pubescencia de las glumas y hoja. (IRRI, 1995). El rendimiento agrícola es una característica genética heredable que se expresa en mayor o menor grado en dependencia de la influencia de factores ecológicos que afectan la total expresión genética de este carácter. (Pérez et al., 2000).

El promedio nacional de rendimiento agrícola no ha sobrepasado las 3.6 t/ha a pesar de contar con buenas variedades y tecnologías. El rendimiento agrícola es la relación del peso de la cosecha de arroz, cáscara húmedo y el área cosechada (Instructivo técnico, 2009).

José Martínez Grillo (2003), investigador del Instituto de Investigaciones del Arroz, sostiene que actualmente el promedio de rendimiento agrícola en el sector no especializado es de 3,5 toneladas por hectárea, y donde se aplica el transplante manual llega a cuatro, pues con este medio se garantiza una mayor población, pero esta forma de siembra tiene el inconveniente de que demanda mucha fuerza de trabajo.

Recuerda que en 1967 el país inició un programa arrocero que contaba de 150 000 hectáreas, muchas de estas no cultivables, y se hizo una inversión de infraestructura, valorada en más de mil millones de dólares, la cual vino a tener los resultados más importantes en la década del 80, cuando se cosechó como promedio alrededor de 225 000 toneladas.

Los rendimientos fueron ascendiendo y se llegó a alcanzar las 3,3 toneladas por hectárea, e incluso hubo años de 3,6 toneladas por hectárea. Después de consolidarse este programa vino el período especial, y eso trajo como consecuencia que el mantenimiento de esa infraestructura se perjudicara; y llegó el momento en que esta se deterioró y en algunos casos se perdió.

Es necesario adoptar un nuevo enfoque de mejoramiento varietal si se espera lograr un aumento del rendimiento. (Guimarães, 2003).

Siendo el rendimiento de granos un carácter cuantitativo gobernado por un número de genes menores, la probabilidad de encontrar en individuos en cualquier generación semejante que tenga todos los alelos favorables, es muy remota y disminuye en la medida que se aumente la generación en consideración. (Rangel et al., 1991).

Khush (1994), expresó que el nuevo tipo de plantas la cual con relación a la que actualmente se siembran posean entre sus características; menor número de tallos, panículas más densas, mayor número de granos y mayor porcentaje de granos llenos / panículas.

Los mejoradores de arroz han empleado distintas metodologías para desarrollar líneas en alto potencial de rendimiento y tolerancia a las principales limitaciones bióticas y abióticas, de estos métodos la selección genealógica en familias ha sido la más utilizada debido al proceso genético obtenido. (Dkehashi y Fujimaki, 1980).

Pérez et al., (1985) expresó que: "para el mejorador no solamente es importante el valor absoluto del rendimiento sino también qué componentes tienen mayor determinación de éste". Se considera que el vaneo tiene un comportamiento normal cuando es inferior al 10% y con las variedades índicas semienanas se acepta hasta el 15%. (MINAGRI, 1999).

Rangel et al., (1991) señalaron que el programa convencional de mejoramiento apunta principalmente a la obtención de progenies que tengan el mismo potencial de rendimiento de los cultivares comerciales, mayor resistencia al Añublo y mejor calidad del grano. Dentro de esta estrategia, los genotipos introducidos a través del (INGER) desempeñan un papel importante, ya sea como fuente de progenitores o como progenies escogidas que se evalúan directamente en los ensayos de rendimiento.

Allard (1997) señaló que el fin que persigue la mayoría de los mejoradores de plantas, es un aumento de rendimiento, algunas veces esto se ha podido llevar a cabo no con mejoras específicas tales como la resistencia a enfermedades, sino mediante la obtención de variedades básicamente más productivas, como resultado de una eficiencia fisiológica generalmente mejor.

El rendimiento agrícola es una característica genética heredable que se expresa en mayor o menor grado en dependencia de la influencia de factores ecológicos que afectan la total expresión genética de este carácter. (Pérez et al., 2000).

Soto (1999) señaló que la expresión del potencial de rendimiento de una variedad depende en gran medida del manejo agronómico que se le dé, si este es adecuado y las condiciones ambientales son favorables, esa expresión será máxima.

La resistencia al acamado facilita la cosecha, tanto manual como mecanizada y además evita que las panículas entren en contacto con el suelo deteriorándose y disminuyendo la calidad del arroz aunque la resistencia al acamado es una característica varietal está muy influenciada por el manejo de agua, las altas dosis de fertilización nitrogenada, las altas densidades de siembra, etc. (El Arroz, 2009).

El número de hijos que una planta puede producir, a pesar de estar genéticamente determinado, puede variar en dependencia de prácticas culturales como altura de la

lámina de agua, densidad de siembra y la nutrición mineral, entre otros. El vigor de los hijos producidos por la planta, el tamaño y peso de los granos, así como el número de granos totales y llenos que se forman en cada panícula varía de acuerdo con su orden de aparición independientemente de que las condiciones de desarrollo de la planta hayan sido adecuadas.

Si las plantas se han desarrollado en condiciones adversas los hijos menos vigorosos serán los que experimentarán las mayores variaciones, mientras que los hijos más vigorosos producirán panículas más densas, con más granos llenos y de mayor densidad. (Kim, 1992).

El IRRI (1991) señaló que el proceso de fisuración ocurre después de que el grano alcanza su madurez en la planta, donde comienza a ceder agua al medio, llegando a valores críticos de contenido de agua donde el grano empieza a fisurarse, produciéndose un incremento de granos partidos durante el proceso de molinado disminuyendo la calidad comercial de la variedad.

Andrade (1991) expresó que la entrega de variedades y la difusión de la tecnología de manejo del cultivo son fundamentales para incrementar el rendimiento del arroz.

Algunos autores refieren que el rendimiento se establece en función de sus componentes: número de panículas, número de espiguillas por panículas, porcentaje de espiguillas llenas y peso de los 1000 granos (López, 1991).

Investigaciones más recientes muestran un efecto positivo directo de las panículas y granos llenos de éstas sobre el rendimiento. (Padmavathi et al., 1998).

Jennings et al., (2002) expresó que la nueva estrategia de mejoramiento propone la extensión del período de fotosíntesis activa a través de la permanencia verde (stay green) del follaje como medio para incrementar el potencial del rendimiento.

Siendo el rendimiento de granos un carácter cuantitativo gobernado por un número de genes menores, la probabilidad de encontrar en individuos en cualquier generación semejante que tenga todos los alelos favorables, es muy remota y disminuye en la medida que se aumente la generación en consideración. (Rangel et al., 2003)

La longitud del grano en el arroz es la medida en milímetro y su tamaño es altamente heredable de manera cuantitativa en la mayoría de los ambientes. (Martínez et al., 2003).

Las características del grano en cuanto a su longitud deben satisfacer las exigencias locales para el autoconsumo y para la venta de excedentes de cosecha. (Trouche, 2003).

Ospina et al., (2003) expresó que la altura de las plantas es una de las características más fáciles para la selección visual, y es muy importante para la realización de las prácticas de cosechas y el rendimiento del grano pues está directamente relacionada con el acame de estas.

2.3. Plagas y enfermedades del arroz. Como parámetro importante en la mejora genética.

Aunque se ha informado la existencia de aproximadamente 74 enfermedades asociadas con el cultivo del arroz, se considera que cerca de una docena limitan su producción en América. La mayoría de estas enfermedades son causadas por hongos. Entre ellas se mencionan *Piricularia*, (*Piricularia oryzae* Muir), helmintosporiosis (estado conidial de *Helminthosporium oryzae*) y escaldado de la hoja (estado conidial de *Rhynchosporium oryzae*), que son las más ampliamente diseminadas.

Una de las enfermedades más importantes históricamente ha sido la piriculariosis producida por el hongo *P. grisea*, también considerada la más importante en América Latina y el mundo, debido a su capacidad destructiva que en condiciones favorables llega a ser hasta un 80%.

Constituye el principal problema fitopatológico del arroz, debido a que el hongo manifiesta gran capacidad destructiva y desarrolla rápida adaptabilidad en las nuevas variedades y a los fungicidas específicos. Los ataques críticos ocurren en plántulas y floración; las lesiones foliares típicas son alargadas con extremos puntiagudos, de bordes marrón-rojizo y centros grisáceos.

La extensión y confluencia de varias manchas producen secamiento parcial o total de la lámina foliar. Las lesiones paniculares se localizan en el pedúnculo, ramificaciones y estructuras florales. Comúnmente la infección ocurre en la base de la panícula (cuello o nudo ciliar) provocando el necrosamiento y estrangulamiento del área afectada.

Los ataques tempranos, antes de emerger la panícula, originan granos vanos; mientras que los tardíos, los producen livianos y yesosos.

Existen algunas estrategias para el control de la enfermedad como son la resistencia varietal, algunas medidas fitotécnicas y el control químico, que es el más utilizado, donde se usan plaguicidas cada vez más tóxicos para el hombre y ambiente, además de ser caros y de eficiencia inestable. (Rodríguez et al., 2002).

Según Vales (1994), para que la resistencia a *Piricularia* sea estable y duradera debe ser: general en lo que se refiere al espectro de las razas fisiológicas del hongo; controlada por varios genes; parcial (toda resistencia completa es específica para una o algunas razas del patógeno); y estable, en relación con las diferentes condiciones ambientales.

La estrategia de selección de variedades tolerantes a la *Piricularia* debe encaminarse hacia la obtención de genotipos de buena capacidad de ahijamiento con la finalidad de obtener un mayor número de panículas (por metro cuadrado) que tengan mayor peso de 1000 granos, y que muestren bajos índices de infección en la hoja y baja incidencia de la infección en el cuello de la panícula. (Cárdenas et al. ,2002).

Entre las medidas preventivas para evitar los daños de la enfermedad en Cuba están:

Uso de las variedades resistentes o tolerantes.

Manejo fitotécnico caracterizado por densidad de siembra no superior a 150 plantas por metro cuadrado, dosificaciones de nitrógeno así como la aplicación de potasio dependiendo de los requerimientos del arroz y adecuado manejo del agua, basado en aumentar la lámina de agua cuando hay incidencia de la enfermedad.

Tratamiento químico a la semilla. Controlar piricularia foliar en las primeras etapas de la planta a través del tratamiento de semilla con Bim (tricyclazone) en tratamiento a la semilla con (Bim; 2.0 g p.c. /Kg. sem.).

Incorporar los restos de vegetales al suelo en los campos infectados.

Quema de los rastrojos cuando la infección fue intensa.

Tratamiento químico con precisión, del momento tipo de productos y dosis.

El desarrollo de variedades resistentes ha sido uno de los medios más preferidos para el control de esta enfermedad, sin embargo, la resistencia ha tenido poca duración. Una de las posibles razones de esa ruptura es el seguimiento de nuevos fenotipos de hongos compatibles con los genes de resistencia liberados.

Otra razón muy común es la falta de métodos de campo adecuados para la evaluación y la selección de líneas segregantes; con frecuencia los métodos más usados permiten que las líneas escapen a la acción del hongo, entonces ellas se liberan como variedades resistentes cuando en realidad son susceptibles a los patógenos existentes. (Correa et al. 1997).

En el caso del hongo *P. grisea*, la estrategia de control debe basarse en la rotación de variedades con adecuado nivel de tolerancia a la enfermedad. Teniendo en cuenta

además que la diversidad varietal constituye una de las principales premisas para lograr el incremento de los rendimientos. (Ríos et al. ,1997).

Guimarães y Correa (1997) obtuvieron líneas resistentes a *P. grisea* a partir de cruzamientos realizados a partir de 30 progenitores de diferentes orígenes y de las subespecies Índica y Japónica.

Muchos genes están involucrados en la resistencia a *P. grisea* existiendo una marcada interacción genotipo – ambiente en la manifestación de la resistencia (Cárdenas et al., 2002) dado por la existencia de diferentes rasas del patógeno lo que a su vez dificulta la obtención de variedades resistentes a la enfermedad.

Existen varios investigadores que actualmente trabajan en el mejoramiento para la resistencia a la *Piricularia* en varios países de América Latina y han obtenido resultados positivos. (Correa et al., 1997).

Cordero y Rivero (2001) plantearon que uno de los métodos de mayor utilización para el manejo de *Piricularia* es el uso de variedades que muestren tolerancia o resistencia a los diferentes patotipos del agente, pues la extraordinaria variabilidad genética del patógeno constituye un problema para los fitomejoradores, quienes deben buscar constantemente nuevas fuentes de resistencia en las variedades.

La Hoja Blanca es la única enfermedad del arroz de origen viral conocida en Latinoamérica, cuyo agente transmisor es el insecto saltahoja llamado sogata (*Sogatodes orizicola*) Aún cuando en la actualidad su intensidad es baja, la presencia del agente causal y de insecto vector sitúa esta enfermedad como una de las más importantes, además del efecto devastador de la misma. (Rodríguez y Nass, 1991).

En los últimos años, los daños ocasionados por *T. orizicolus* y el VHB (Virus de la Hoja Blanca) se ha incrementado, fundamentalmente en varios países de América Latina, incluyendo dentro de éstos a Colombia, lo que ha motivado que los agricultores apliquen diferentes métodos para el control de *T. orizicolus* dentro de estos, siembras de variedades resistentes. (Meneses et al., 2002).

Panda y Khush (1995) plantearon que existen factores bióticos y abióticos que pueden influenciar sobre la magnitud y la expresión de una plaga frente a una variedad; esto ocurre directamente al afectarse los procesos fisiológicos de la planta o indirectamente influyendo sobre la población de la plaga y el nivel de daño que ésta produce.

Estos mismos autores señalaron que las variedades resistentes a insectos están siendo utilizadas satisfactoriamente como un componente principal en el MIP del arroz. Los programas de MIP utilizan controles biológicos, controles culturales tradicionales, insecticidas y variedades resistentes a plagas hasta diferentes grado.

En el caso del arroz existen disímiles ejemplos de control por medio de variedades resistentes, como es el caso del virus del enanismo herbáceo en el Asia, el virus de la hoja blanca y su vector. Mas recientemente ha quedado demostrada la efectividad de la utilización de variedades resistentes descritas por Hernández (1998) para el control de *Steneotarsonemus spinki* (acaró blanco del arroz) reportado en América a partir de 1997, el cual amenaza y continua amenazando la producción de este cereal en la región.

Varios autores señalan los factores del clima, edáficos, manejo del cultivo y las características de la plaga como determinantes del comportamiento de determinada variedad en el contexto del manejo integrado de plagas (MIP). (Ramos y Del Valle, 1997).

El IRRI, (1996), planteó un sistema de evaluación por escala para el daño de varios insectos, enfermedades y caracteres agronómicos.

El arroz cultivado en los países tropicales está expuesto permanentemente al ataque de diferentes plagas, las que se incrementaron a partir del empleo de variedades índicas semienanas altamente exigentes en nitrógeno, a lo que se agregan las altas densidades de siembra y alto porcentaje de una misma variedad, que traen consigo un mayor riesgo para la producción. (Alfonso et al., 2000).

Jennings (1985) plantea que la introducción de resistencia genética al insecto *T. orizicolus* en nuevas variedades no constituye limitante alguna, pues esta es altamente heredable y puede recombinarse con todos los caracteres deseables, siendo genéticamente independiente la resistencia al insecto y al virus; No obstante, la resistencia al insecto protege las variedades susceptibles al VHB.

A partir de liberar la J -104, la estructura varietal empleada en la producción de arroz, tanto en el sector especializado como en la siembra popular y áreas de autoconsumo de las empresas, está sustentada sobre variedades con reacción de intermedia (MR) a resistentes al insecto, lo que permitió ir reduciendo las aplicaciones de insecticidas en una primera etapa, y a la eliminación total de estos en una segunda, propiciando el incrementos de enemigos naturales para *Tagosodes* y otras plagas.

En Cuba, la *sogata* constituye un enemigo potencial, pues aún existe en los campos y en la década de los 70 causó grandes daños a la economía del país, por lo que la resistencia a dicho insecto constituye un criterio de selección, excluyente, a la hora de validar una variedad de arroz para llevarla a la producción arrocera.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó en la Estación Territorial de Investigaciones de Grano “Sur del Jíbaro” Sancti Spíritus, durante la campaña de frío 2010 - 2011. Se evaluó el comportamiento de 8 líneas de ciclo medio de arroz, donde se empleó como testigo comparativo la variedad comercial, J – 104. (Anexo 1). Los genotipos promisorios evaluados son:

4613

4614

4675

Rojo17-c

Rojo-18

Rojo-23-b

Rojo-26-a

10578

La siembra se realizó el día 23 de febrero del 2011 en parcelas de 5m x 3 m (15 m²) empleándose un diseño experimental de bloque al azar con cuatro repeticiones. Se utilizó una densidad de siembra de 120 Kg. de semilla por hectárea, las cuales se regaron en surcos a chorrillo, separados entre sí a 0, 15 m. En todas las áreas el suelo fue preparado en seco desinfección, la fertilización y demás labores agrotécnicas; fueron realizadas según el Instructivo Técnico para el Cultivo del Arroz (MINAGRI, 2009).

Con el objetivo de realizar una mejor selección, el cultivo no fue protegido contra plagas y enfermedades.

Evaluaciones realizadas.

Germinación, al momento de emerger las plantas (50 % del área) se toma la fecha por tratamiento.

Vigor a los 20 D.D.G y 40 D.D.G (días después de germinado).

Densidad de población (plantas/m²). Para ello se identifico un m², con cuatro repeticiones, el que se dejó señalado para realizar los conteos de los componentes del rendimiento.

Resistencia al acame y desgrane por replica.

Vigor vegetativo, resistencia a la *Pyricularia grisea* Sacc, *Tagosodes oryzae* Muir, acame y desgrane.

En estas evaluaciones se empleó el Sistema de Evaluación Standard para el Arroz (IRRI, 1996).

Rendimiento agrícola en t/ha en muestras de 8 m² (4m x 2m).

Panículas por m².

Peso de 1000 granos. Evaluación de 100 granos por replica, posteriormente se llevó a 1000 granos.

Ciclo de germinación a cosecha.

Calidad del grano (pulido total y porcentaje de enteros y partidos).

Estas evaluaciones se realizaron según metodología del Instituto de Investigaciones de Granos (Cuba 2011).

Por otra parte, se realizó la fertilización y el riego atendiendo a las fechas y parámetros siguientes:

Tabla 1. Riego y fertilización (según el autor, 2011)

Riegos	Fertilizantes	Plan	Real	Dosis Kg/ha	T/Días	D.D.G
23/02/11	Ni	12 - 3	12 - 3	27	0 - 10	9
03/03/11	Ni	17 - 4	17 - 4	44	30 - 40	35
12/03/11	Ni	16 - 5	16 - 5	41	60 - 70	64
19/03/11	Ni	16 - 6	16 - 6	34	90 - 95	94
26/03/11	Ni	26 - 6	26 - 6	27	100 - 105	104
05/04/11	P2O5	23- 2	23 - 2	100	1	1
12/04/11	K2O	23- 2	23- 2	70	1	1
D. D. G. días después de germinado.						

Procesamiento estadístico.

Para Rendimiento agrícola en t/ha en muestras de 8 m² (4x2), Peso de 1000 granos, Panículas / m², Ciclo de germinación a cosecha y planta/m², el procesamiento estadístico que se utilizó fue el paquete SPSS ver. 15.0 sobre Windows XP. Se aplicó Anova de clasificación simple con la prueba de comparación de medias Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Ciclo de germinación a maduración del grano.

El ciclo, desde germinación hasta maduración es una característica muy importante a tomar en consideración al momento de escoger una variedad para la siembra; en Cuba éstos se dividen fundamentalmente en cortos y medios. Las variedades de ciclo medio muestran una duración entre 130 y 160 días en su ciclo vital; por encima de este valor se denominan de ciclo largo.

Pérez et al., (2000) tiene como objetivo obtener variedades con las siguientes características: altos rendimientos, resistencia a plagas y enfermedades, resistencia al acamado, al desgrane, ciclo más corto, porte semienano y mejor calidad del grano.

Las líneas evaluadas presentan ciclo desde la germinación hasta la maduración del grano entre 131 a 140 días, no obteniendo diferencias significativas entre las líneas 4613, y 4675 con el testigo. Siendo la de menor ciclo la 4614 con 131 días, teniendo diferencia significativa con los demás genotipos evaluados. (Figura1)

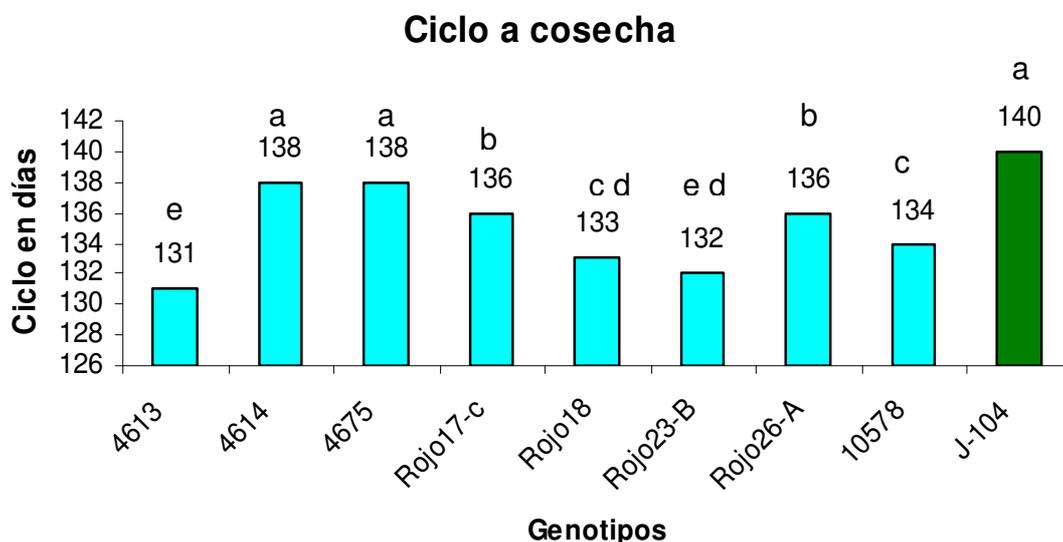


Figura 1. El tiempo en días del ciclo desde la germinación hasta la cosecha.

4.1.1 Rendimiento agrícola.

Pérez et al., (2000) señalaron que el rendimiento agrícola es una característica genética heredable que se expresa en mayor o menor grado en dependencia de la influencia de factores ecológicos que afectan la total expresión genética de este carácter.

En este parámetro el mayor rendimiento agrícola lo obtuvo la 4614 con 5,89 t/ha con diferencia significativa con el resto de las líneas evaluadas y el testigo J-104 con 5,61 t/ha, esta ultima es una variedad comercial en producción; no presento diferencia con la líneas 4614.Rojo 18, rojo 26 A y la 10578, no mostraron diferencias entre ellas con 5,29, 5.34 y 5.30 t/ha respectivamente.

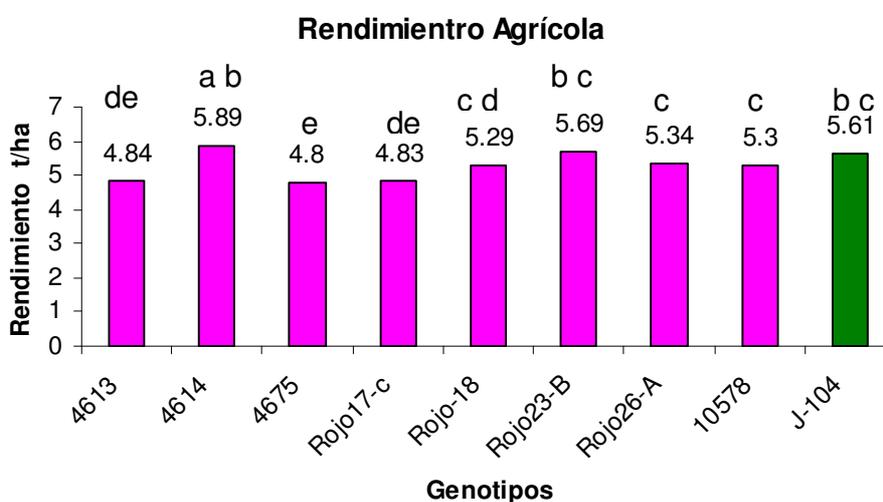


Figura 2: Comparación de los rendimientos en t/ha de las líneas varietales estudiadas con los testigos.

4.1.2. Vigor.

El buen vigor en las plantas de arroz brinda la posibilidad de poder competir en la etapa inicial del cultivo con las arvenses, además permite un rápido establecimiento de la lámina de agua.

Una de las características que al final del proceso refleja el buen rendimiento lo constituye el buen vigor vegetativo mostrado desde su inicio por las plantas cultivadas (Pulver, 2002).

Todas las líneas evaluadas presentaron plantas vigorosas, característica que le da cierta semejanza con el testigo de comparación, como se refleja en la (tabla 2).

Tabla 2: Evaluación de Vigor Vegetativo.

Líneas	Vigor	
	20 D.D.G	40 D.D.G.
4613	3	3
4614	3	3
4675	3	2
Rojo17-c	3	3
Rojo-18	3	3
Rojo23-B	3	3
Rojo26-A	3	3
10578	3	3
J-104	3	3

3.1.3 Población.

La población de cada uno de los genotipos estudiados fueron evaluada por la cantidad de plantas por m² que poseían; no todos las líneas y la variedad testigo mostraron la misma densidad, pues el más alto número de plantas lo mostró la línea 4614 con 428 plantas/m², con diferencia significativa con las demás líneas evaluadas incluyendo el testigo J-104. El valor mas bajo lo mostró la 10578 y la Rojo 26 A con 220 y 230 plantas por m² respectivamente (Figura 3).

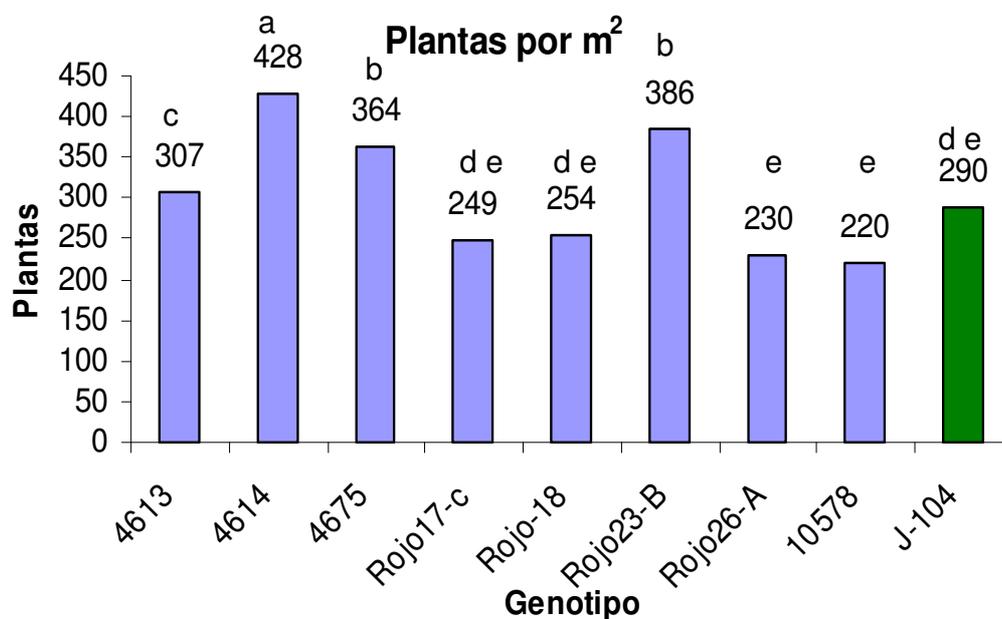


Figura 3: Comportamiento del número de plantas por m² en las diferentes líneas varietales y el testigo estudiado.

La población de Plantas/m² es un carácter que tuvo influencia en el rendimiento agrícola, aunque cada variedad o líneas poseen formas diferentes.

4.1.3 El peso de 1000 granos.

Es importante la selección de genotipos con un elevado peso de 1000 granos por ser éste uno de los aspectos que influye sobre el rendimiento agrícola lo cual coincide con lo planteado por (García et al., 2002) referente a que un alto peso de 1000 granos en una variedad contribuye a producir más del 70% de producción de arroz blanco.

Permitió comprobar la calidad del grano de acuerdo al peso en gramos, siendo las líneas 4614 y la 10578 las de mayor peso con 32 gr. cada una, sin diferencia significativa entre ambas, seguido de la 4613 con 31 gr., la Rojo 18 con 31 gr. y el testigo con igual valor sin diferencia significativa entre ellos. Como se puede observar en el gráfico ninguna de las líneas evaluadas arrojaron diferencias marcadas entre si, ni con respecto al testigo.

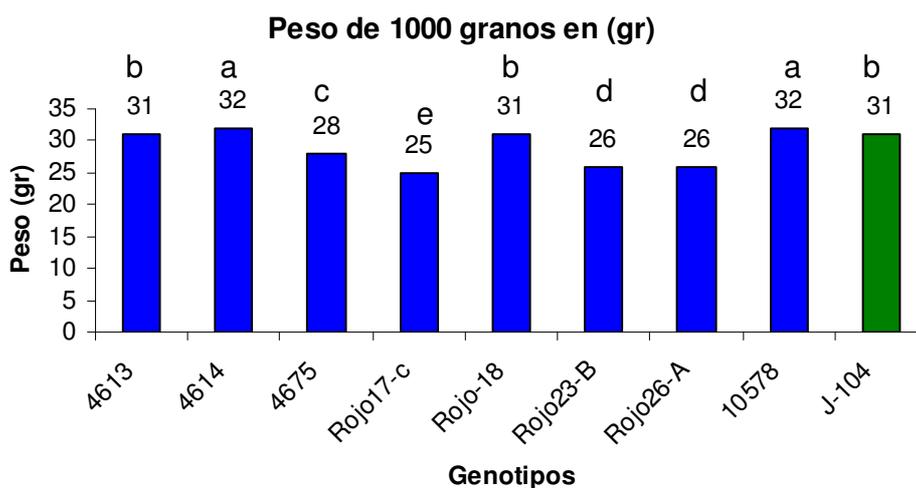


Figura 4: Comportamiento del peso de 1000 granos en gramos.

4.1.4 Resistencia al acame.

La resistencia al acamado facilita la cosecha, tanto manual como mecanizada y además evita que las panículas entren en contacto con el suelo deteriorándose y disminuyendo la calidad del arroz aunque la resistencia al acamado es una característica varietal está muy influenciada por el manejo de agua, las altas dosis de fertilización nitrogenada, las altas densidades de siembra, etc. (El Arroz, 2009).

Todas las líneas al igual que el testigo demostraron ser resistentes al acamado, no presentaron síntomas de volcamiento en ningún momento de su ciclo (Tabla 3)

Tabla 3: Resistencia al acame (Según el autor, 2011).

Variedades	I	II	III	IV	P
4613	1	1	1	1	1
4614	1	1	1	1	1
4675	1 - 2	1	1	1	1
Rojo17-c	2	1	1	1	1
Rojo-18	1	1	1	1	1
Rojo23-B	2	1	1	1	1
Rojo26-A	1	1	2	1	1
10578	1	1	1	1	1
J-104	1	1	1	1	1

4.1.5 Resistencia al desgrane.

La obtención de líneas resistentes al desgrane, sin que éstas sean demasiado resistentes que afecten la trilla, evita las pérdidas por desgrane antes de la cosecha o cuando se realiza la misma.

Todas las líneas estudiadas al igual que el testigo, demostraron ser resistentes al desgrane, aunque son genotipos de fácil trilla. (Tabla 4).

Tabla 4: Resistencia al desgrane (Según el autor, 2011).

Variedades	I	II	III	IV	P
4613	3	3	3	3	3
4614	3	3	3	3	3
4675	3 - 4	3 - 4	3	3	3 - 4
Rojo17-c	3 - 4	3	3 - 4	3	3 - 4
Rojo-18	3 - 4	3	3 - 4	3	3 - 4
Rojo23-B	3	3	3	3	3
Rojo26-A	3	3	3	3	3
10578	3	3	3 - 4	3	3
J-104	3	3	3	3	3

4.1.6 Resistencia a *Pyricularia*.

Al evaluar la resistencia a *Pyricularia* en camas de infección, todas se mostraron resistencia e intermedias al hongo, el testigo J-104 es susceptible al patógeno como aparece en la (tabla 8).

Los genotipos estudiados en condiciones de campo no presentaron síntomas de incidencia de manchas fungosas en condiciones de plantas, teniendo en cuenta que las condiciones ambientales no fueron las mejores. La mayor incidencia del hongo fue en el cuello de la panícula.

Correa (1999) expresó que el añublo del arroz causado por *Pyricularia grisea* Sacc., estado amorfo de *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr, es la principal enfermedad que afecta la producción de arroz. Dicha enfermedad causa daños severos tanto en el estado vegetativo como reproductivo del cultivo. El desarrollo de variedades resistentes ha sido el medio preferido para el control de la enfermedad; sin embargo, la obtención de una resistencia durable ha sido muy difícil, especialmente en las áreas de producción de arroz bajo secano favorecido que predominan en los Llanos Orientales de Colombia y Cerrados del Brasil, donde las condiciones climáticas son altamente favorables para el desarrollo de *Pyricularia*. En general, este patógeno ha roto la resistencia de las variedades comerciales en un período corto (1 - 3 años) después de su liberación.

4.1.7 Resistencia al *Tagosodes orizicolus*.

Solo resultaron resistentes al daño mecánico del insecto los genotipos 4613 y 4614 resultando susceptible el testigo J -104(Tabla 8).

Aunque desde los años 80 no ha sido necesario en Cuba aplicar insecticidas contra el *Tagosodes* si constituye un enemigo potencial y un carácter excluyente para la selección de nuevas variedades.

Tabla 8. Resistencia de las líneas presentes en el ensayo. (Según el autor, 2011).

Líneas	Resistencia			
	Acame	Desg	Pg	To
4613	R	R	6 - I	3 - R
4614	R	R	4 - I	3 - R
4675	R	R	3 - R	5 - I
Rojo17-c	R	R	3 - R	5 - I
Rojo18	R	R	5 - I	5 - I
Rojo23-B	R	R	6 - I	5 - I
Rojo26-A	R	R	5 - I	5 - I
10578	R	R	5 - I	4 - I
J-104	R	R	8 - S	7-S
Desg. Desgrane Pg. <i>Pyricularia</i> To. <i>Tagosodes orizicolus</i>				
R. Resistente I. Intermedia S. Susceptible.				

4.1.8 Panícula por m².

Las panículas / m² estuvieron entre 235 y 339, presentando el mayor valor los genotipos Rojo 18 Y Rojo 23-B, sin diferencia significativa entre sí. La línea 4614, produjo el menor número de panículas, no teniendo diferencia marcada con la 4675 y la Rojo 17-C. (Figura 5).

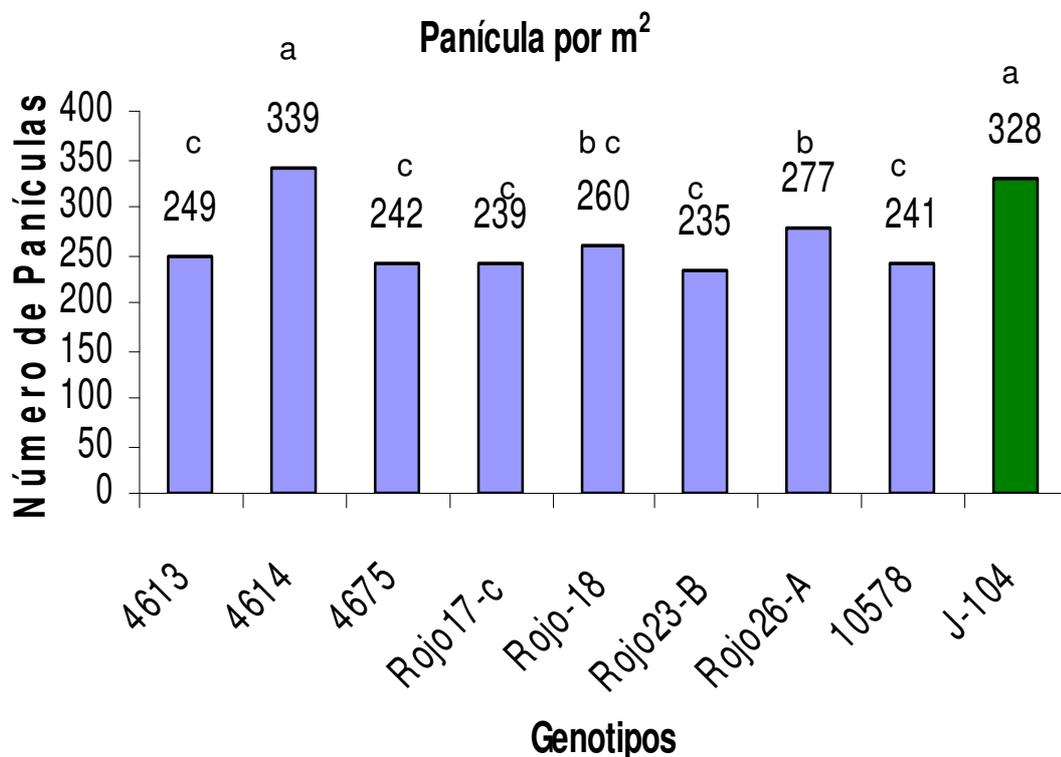


Figura 5: Comportamiento del número de panículas por m² en las diferentes líneas varietales y el testigo estudiado.

4.2 Análisis económicos.

Con el resultado de este trabajo, se puede obtener una nueva variedad que rinda al menos 0.3 t/ha más que la J-104 (variedad de arroz muy extendida su siembra en Cuba), además de ser el nuevo genotipo más resistente al virus de la hoja blanca y al hongo pyricularia por lo que se disminuye al menos dos aplicaciones de plaguicida.

El rendimiento agrícola de la J-104 es 5.61 t/ha por lo que la nueva variedad producirá 5.89 t/ha donde tendrá un incremento de 0.3 t/ha de arroz cáscara, la cual al producir el 60 % de arroz consumo nos aportará 0.18 t/ha de éste. Una tonelada de arroz consumo vale 580.00 USD por lo que se obtendrá una ganancia de 104.40 USD. Lo anteriormente se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 3. Resultados económicos.

Variedades	Rend. (t/ha)	Incremento		Valor de arroz consumo (USD/ha).	Ganancias. (USD/ha).
		Arroz cáscara	Arroz consumo		
J-104	8.0	-	-	580.00	-
Nueva variedad	8.3	0.3	0.18	580.00	104.40

Disminuyendo al menos una aplicación de insecticida y una de fungicida, nos ahorraríamos 56.00 USD/ha, sumado a los 104.40 USD/ha por concepto de rendimiento agrícola, nos aportará una ganancia total de 160.40 USD/ha. Esto, además, contribuye a disminuir la contaminación ambiental al necesitar el cultivo menos protección química.

5-CONCLUSIONES.

- La línea 4614 alcanzó los mejores resultados seguida de 4613 y 4675 en varios de los parámetros agronómicos y de calidad evaluados en el experimento.
- La línea que conjugó la mayoría de los parámetros evaluados fue la 4614 lo que le permite ser seleccionada para formar parte de la estructura varietal.

6-RECOMENDACIONES.

Someter a validación, la línea promisoría de arroz seleccionada, presente en el experimento, teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

Bibliografías

- ANDRADE, F. Arroz en América Latina: Mejoramiento, manejo y Comercialización: evaluación del rendimiento del arroz en ecuador 1986-1990. Cali, Colombia: CIAT, 1991. p. 245.
- CARDENAS, R.; CRISTO, E. y PÉREZ, N. Variedades cubanas de arroz (*Oryza sativa* Lin) promisorias para la provincia de Pinar del Río tolerantes al tizón de la hoja (*Pyricularia grisea* Sacc). Cultivos tropicales, junio 2002, vol. 23, nº 1.
- CASTAÑEDA, J. Validación de líneas promisorias de arroz. Artículo técnico del PCCMCA. La Habana, Cuba: IIA, 2007.
- CHATEL, M. y GUIMARÃES, E. Selección recurrente en arroz: selección recurrente en arroz en África y Madagascar: estado actual y progreso. Cali, Colombia: CIAT, 1995. pp. 151-162.
- CORDERO, V. y RIVERO, L. Principales enfermedades fungosas que inciden en el cultivo del arroz en Cuba. La Habana, Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2002.
- CORREA, V. y ZEIGLER, R. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y comercialización: resistencia estable y variabilidad patogénica en el complejo arroz-*Pyricularia oryzae*. Cali, Colombia: CIAT, 1997. p. 248.
- DE LA LOMA, J. Genética general y aplicada: métodos generales para la mejora de plantas. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación, 1973. pp. 411-419.
- DEUS, J.; SIGAROA, A.; AVILA, J. y SOUSA, F. Determinación de la estabilidad genotípica para el rendimiento y caracteres de importancia agronómica. Agrotécnia de Cuba, junio 1985, vol. 17, nº 1, pp. 101-102.
- DÍAZ, S. y MOREJÓN, R. Memorias V Taller Internacional sobre recursos Fitogenéticos: comportamiento de variedades de arroz de diferentes procedencias en la localidad "los palacios" pinar del río. Sancti Spiritus, Cuba: IIPF, 2003. pp. 85-87.
- FAO. El cultivo del arroz [en línea]. La Habana, Cuba, 12 junio 2004 [Consulta: 07 enero 2012]. Disponible en: <http://www.ric.fao.org>.
- GARCIA, A.; HERNÁNDEZ, A.; CASTILLO, D.; HERNÁNDEZ, D.; SUÁREZ, E.; RODRIGUEZ, E. y CRUZ, F. Gramene J.Oryza [en línea]. La Habana, Cuba, 08 mayo 2007 [Consulta: 25 enero 2012]. Disponible en: <http://www.grameneorg/oryza/ricefacts.html>.
- GUIMARÃES, E. y CORREA, F. Selección recurrente en arroz: utilización de la selección recurrente para desarrollar resistencia a *Pyricularia grisea* Sacc. Cali, Colombia: CIAT, 1997. pp. 165-175.

- HERNÁNDEZ, F.; MARTÍNEZ, J.; ALEMÁN, J.; RIVERO,; MARIELLA, C.; SOCORRO, M. y CANET, R. Manual del Arrocero. La Habana; Cuba: IIA. Ministerio de la agricultura, 2002.
- HERNÁNDEZ, J.; DEUS, J.; SUÁREZ, E.; ALFONSO, R. y LEYVA, F. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización: evaluaciones del rendimiento del arroz en cuba 1986-1990. Cali, Colombia: CIAT, 1998. pp. 244-245.
- IIA. Política varietal para el cultivo del arroz. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones del Arroz, 2001
- INDUARROZ. Federación nacional Industriales del Arroz. Cali, Colombia: CIAT, 2005.
- IRRI. Biometric Unit: irristat v.4.0. Los Baño, Philipines: IRRI, 2002. p. 14.
- IRRI. International rice Research Institute: manual of operations and procedures of the international rice genebank, genetic resources center. Los Baños Philipines: IRRI, 1995. p. 116.
- IRRI. Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones del Arroz, 2009. p. 42.
- IRRI. Standar Evaluation System for Rice. Los baños, Filipina: IRRI, 1996.
- JENNINGS, P.; COFFMANG, R. y KAUFFMAN, H. Mejoramiento del Arroz, Investigación y Producción. Cali, Colombia: PNU/CIAT, 1985.
- KHUSH, G. Increasing the genetic yield potential of rice: prospects and approaches. International Rice Commission Newsletter, junio 1994, n° 43, pp. 1-8.
- KIM, K. U. Third Int. Weed Science Congress: weed management implication and trends of direct seeding in Asia. (Foz do Iguassu, Brazil, 6 - 11 June 2000)., Manuscript N° 508: Int. Weed Science Society, Corvallis, 2000. pp. 1-10.
- KIM, K. U. y SHIN, D. H. Rice allelopathy research in Korea: en: m. olofsdotter, ed. proc. of the workshop on allelopathy in rice, 25-27 November 1996. Manila (Philippines): Rice Research Institute, 1992. pp. 39 - 44.
- KIYOSAWA, S. y ANDO, I. Inheritance of resistance. In Science of the rice plant Genetics, mayo 1997, vol. 3, n° 1, p. 470 - 500.
- LIVORE, A. Calidad Industrial y culinaria del arroz. Revista IDIA XXI, diciembre 2004, n° 6, pp. 190-194.
- LLARRAZA, D. Efectos del genotipo y tiempos de almacenamiento sobre la calidad culinaria de líneas experimentales de arroz. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía: Universidad Central de Venezuela, 2002. h. 80.

- LÓPEZ, L. Arroz. Cultivo herbáceos. Cereales. Madrid: Mundi - Prensa, 1991. p. 419.
- MADRUGA, A. Cuba por aumentar sus rendimientos arroceros. Gramma. No 46, 23 febrero 2004.
- MARTÍNEZ, C. P.; CARABALÍ, S.; BORRERO, J.; DUQUE, M. y SILVA, J. Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina: progreso genético para la calidad del grano de arroz (*oryza sativa* L.). Mediante la selección recurrente en (ed). Cali, Colombia: CIAT, 2007. pp. 297-317.
- MARTÍNEZ, J. y VERGARA, D. Instructivo técnico del arroz: sanidad vegetal. La Habana, Cuba: IIA, 2003.
- MENESES, R. Bionomía, Ecología, Daños y Métodos de Control de *Lissorhoptus brevis* (Suffr.) en el cultivo del Arroz en Cuba. Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Tesis de Doctorado. Santa Clara, Cuba: Universidad Central de Las Villas, 1988. h. 122.
- MENESES, R.; REYES, L.; CALVERT, L.; MÓNICA, T.; MARITZA, C. y MYRIAM, C. D. Identificación de posibles biotipos de *Tagosodes orizicolus* de diferentes zonas arroceras de Colombia. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2002.
- MINAGRI. Instructivo Técnico del Arroz. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2009. pp. 113-119.
- MINAGRI. Instructivo Técnico del Arroz. Unión CAI del Arroz, Cuba: Ministerio de la Agricultura, 1999.
- MOLINA, J. "Manejo de los insectos plagas del arroz" [en línea]. México, 10 mayo 2001 [Consulta: 07 marzo 2012]. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/heiinrich.htm>.
- OKCHASHI, F. y FUJIMAKI, T. Identification and evaluation of toxicity of rice root elongation inhibitors in flooded soil with added wheat straw: plant. nutr. Soil. Sci, junio 2012, nº 36, pp. 97-103.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El Arroz es vida. Año Internacional del Arroz. Roma, Italia: FAO, 2004.
- OSPINA, Y.; GUIMARÃES, E. P.; CHATEL, M. y DUQUE, M. Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina: efectos de la selección y de las recombinaciones en una población de arroz de secano. Cali, Colombia: CIAT, 2003. p. 255 - 374.

- PADMAVATHI, N.; MAHADEVAPPA, M. y REDDY, O. Association of Varius yield components in rice (*Oryza sativa* L.). Rice Abstracts, junio 2012, vol. 21, nº 1, p. 4.
- PANDA, N. y KHUSH, G. S. Host resistance to insects CAB International rice research Institute. Newsletter, marzo 1995, nº 10, p. 209.
- PAZ, P. E. Selección de arroz para cultivos de secano. Artículo Técnico del PCCMCA. La Habana, Cuba: IIA, 1998.
- PÉREZ, R.; CHATEL, M. y GUIMARÃES, E. P. Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina: bases para el uso del mejoramiento poblacional del arroz en cuba. Cali, Colombia: CIAT, 2003. pp. 119 - 234.
- PÉREZ, R.; GUIMARÃES, E. P. y CHATEL, M. avances en el Mejoramiento Poblacional en Arroz. Primera edición: mejoramiento población de arroz en cuba: situación actual. Cali, Colombia: CIAT, 2000. pp. 131-134.
- PULVER, E. P. Manejo de cultivo en el FLAR. FORO Arroceros Latinoamericano, septiembre 2012, vol. 8, nº 2, pp. 20 - 21.
- RAMOS, M. y DEL, Z. Libro resumen 1er Encuentro Internacional de Arroz: respuesta morfológica de vainas de arroz al daño producido por *steneotarsonemus spinki smiley*. La Habana, Cuba: IIA, 1997.
- RANGEL, P. H.; ZIMMERMANN, J. P. y DAS, P. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización: evolución del rendimiento del arroz de riego en brasil, y nuevas estrategias de mejoramiento genético del cnfaf. Cali, Colombia: CIAT, 1991. pp. 243-244.
- RÍOS, H.; FERNÁNDEZ, A.; MOYA, S. y ALMENTERO, M. La Selección de Variedades para las condiciones de bajos insumos. Cultivos Tropicales, enero 1997, vol. 18, nº 3, pp. 66-71.
- RIVERO, L. E.; GARCÍA, J.; GARCÍA, Y.; YUDMILA, P. y RODRÍGUEZ, E. Indicaciones para el manejo de las principales malezas del cultivo del arroz en Cuba. Instituto de Investigaciones del arroz: Ministerio del Agricultura, Cuba, 2001.
- RODRÍGUEZ, A. T.; RAMÍREZ, M. A.; RAMONA, M. y MARIA, C. N. Comparación de la actividad antifúngica de los productos derivados de quitina sobre el hongo *Pyricularia grisea* Sacc. Estación Experimental del arroz, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2002.
- RODRÍGUEZ, H. y NASS, H. Las enfermedades del arroz y su control [en línea]. Estación Experimental Portuguesa, 13 junio 2012 [Consulta: 03 febrero 2012]. Disponible en: Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/arroz.htm/>.
- SOTO, S. Control de malezas en Nicaragua. Arroz en las Américas, noviembre 1999, vol. 11, nº 1, pp. 7-8.

- SUÁREZ, E.; DEUS, J.; PÉREZ, R.; ALFONSO, R.; HERNÁNDEZ, R.; ÁVILA, J.; HERNÁNDEZ, J. L.; VIOLETA, P.; DUANY, A.; REINOSO, J.; MESA, H. y RODRÍGUEZ, S. Mejoramiento Genético del Arroz mediante inducción de mutaciones. Revista Cubana del Arroz, septiembre 2000, vol. 2, nº 3, pp. 17-23.
- TROUCHE, G. Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina: mejoramiento poblacional participativo del arroz: nueva metodología adaptada a las necesidades de pequeños productores de América central y el caribe. Cali, Colombia: CIAT, 2003. pp. 101-115.
- VALES, M. Rapport Project CEE: Etude des relations Oriza Sativa-Magnaporthe Grisea et strategies de selection de varietes pourvues une resistance durable. Institute des Savannes/Centre de Cooperation International en Recherche Agronomique pour le Developpment. Departement des Cultives Annuelles (IDSSA/CIRAD-CA). 19 p. 1994. Brasil: IDSSA/CIRAD-CA), 1994.
- VERGARA, B. S.; VENKATESWARLU, B.; JANORIA, M.; AHN, J. K.; KIM, J. K. y VISPERAS, R. Rationale for a low - tillering rice plant type with high density grains. Philipp.J. Crop Sci, enero 1990, vol. 15, nº 1, pp. 33-40.
- YAN, C.; LIANG, G.; CHEN, F.; LI, X.; TANG, S.; YI, C.; TIAN, S.; LU, J. y GU, M. Mapping quantitative trait loci associated with rice grain shape based on an indica / japonica backcross population. Viet Nam: Yi Chuan Xue Bao 30, 2003. pp. 711 - 716.

Anexo 1. Cultivo del arroz en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro” de Sancti Spíritus.



J – 104, una de las variedades más producidas en Cuba.

