



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”.



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TRABAJO DE DIPLOMA.

TÍTULO: EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa Lin*) a BAJOS INSUMOS DE AGUA Y FERTILIZANTES EN “SUR DEL JÍBARO” SANCTI SPÍRITUS

AUTOR: Amaury Rodríguez Gonzáles

ESPECIALIDAD: AGRONOMÍA

CURSO: 20011 -2012



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”.



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TRABAJO DE DIPLOMA.

**TÍTULO: EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa Lin*) a BAJOS
INSUMOS DE AGUA Y FERTILIZANTES EN “SUR DEL JÍBARO” SANCTI
SPÍRITUS**

AUTOR: Amaury Rodríguez Gonzáles

TUTOR: MSC. RENÉ PÉREZ POLANCO.

ESPECIALIDAD: AGRONOMÍA

CURSO: 20011 -2012

DEDICATORIA

A nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz que ha sabido guiarnos por el camino correcto y a defender nuestras conquistas.

A mis tutores por guiarme con sus experiencias y sus conocimientos en la correcta realización de la investigación.

A mis padres, hermano y demás familiares que de alguna forma me estimularon y ayudaron a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, René Pérez Polanco, por su mostrado interés y consejos, que resultaron determinantes en el desarrollo de este trabajo.

A mis padres, hermanos e hijos, por el estímulo brindado en todo momento y que sirvió de apoyo en la consecución de este trabajo.

A muchos compañeros que de una forma u otra nos ayudaron en el desarrollo y culminación del presente Trabajo de Diploma.

PENSAMIENTO

La Revolución tiene confianza en nosotros, la Revolución no ha concluido, esta en marcha y por eso hay que prepararse bien, ser esforzados, estudiosos y disciplinados, y por eso todos los seres humanos que nacen tienen el derecho y tienen el deber de proseguir esta obra.

FIDEL CASTRO RÚZ

RESUMEN

El trabajo evaluación de genotipos de arroz (*Oryza sativa* Lin.) a bajos insumos de agua y fertilizantes en “sur del jíbaro” Sancti Spiritus, se realizó en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jibaro” Sancti Spiritus durante el año 2011 con el objetivo de comparar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de arroz frente a bajos consumos de agua y fertilizante en condiciones experimentales, que permitió la búsqueda de nuevas variedades de arroz que presenten buena respuesta a bajos niveles de fertilizantes y resistencia al estrés hídrico. Para ello se les ha propiciado un período de estrés hídrico a partir de los 45 días después de germinado el arroz, hasta el 50 % de la formación de la panícula, con una reducción del 50 % de fertilizantes nitrogenados, fósforo y potasio. Los mayores rendimientos agrícolas lo presentaron las líneas, 9707 con 5.40 t/ha, sin diferencias marcadas con el testigo IACuba-30. Todas resultaron resistentes al daño mecánico del insecto *Tagosodes orizicolus* Muir. y a la *Pyricularia grisea* Sacc., las líneas 9616, 9707, 10182, y los testigos IACuba-29 y IACuba-30 arrojaron susceptibilidad al patógeno. La mejor calidad del grano fue la línea 10182 con diferencia significativa con los testigos, el menor porcentaje de vaneo lo presentó la 9707 y 10193, con diferencia significativa sobre las demás líneas. El mejor comportamiento general lo presentó la línea 9707 destacándose por su ciclo del cultivo mas corto, rendimiento agrícola t/ha, granos llenos por panículas y peso de 1000 granos.

SUMMARY.

The work evaluation of genotype of rice (*Oryza sativa Lin.*) to low inputs of water and fertilizers in "Sur del Jíbaro" Sancti Spíritus, one carries out in the Territorial Station of Investigations of Grains "Sur del Jíbaro" Sancti Spíritus during the year 2011 with the objective of comparing the agronomic behavior of promissory lines of rice in front of low consumptions of water and fertilizer under experimental conditions that it allowed the search of new varieties of rice that you/they present good answer to first floor levels of fertilizers and resistance to the stress hydric. For they have been propitiated it a period of stress hydric starting from the 45 days after having germinated the rice, until 50% of the formation of the panicle, with a reduction of 50% of fertilizers nitrogening, match and potassium. The biggest agricultural yields presented it the lines, 9707 with 5.40 t/ha, without marked differences with the witness IACuba-30. All were resistant to the mechanical damage of the insect *Tagosodes orizicolus Muir.* and to the *Pyricularia grisea Sacc.*, the lines 9616, 9707, 10182, and the witness IACuba-29 and IACuba-30 threw susceptibility to the pathogen. The best quality in the grain was the line 10182 with significant difference with the witness, the smallest vane percentage presents it 9707 10193, with significant difference on the other lines. The best general behaviour presented it the line 9707 standing out for its cycle of the cultivation but I cut, yield agricultural t/ha, full grains for panicle and weight of 1000 grains.

INDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
2-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Un acercamiento a la selección de líneas promisorias de arroz en Cuba.....	4
2.1.1 El cultivo del arroz. Su importancia.....	4
2.2 variedades de arroz.....	5
2.2.1 Definición y características.....	5
2.2.2 La búsqueda de nuevas variedades.....	6
2.3 Estrés hídrico.....	8
2.4 Suelo.....	9
2.5 Abonado.....	10
2.5.1 Nitrógeno.....	10
2.5.2 Fósforo.....	11
2.5.3 Potasio.....	11
2.6 Mejoramiento genético del arroz.....	12
2.7 Plagas y enfermedades del arroz.....	18
3- MATERIALES Y MÉTODO.....	22
3.1 Genotipos estudiados.....	22
3.2 Evaluaciones realizadas.....	22
3.3 Fertilización y riego.....	23
3.4 Análisis estadístico.....	24
4-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 Vigor.....	25
4.1.2 Población.....	25
4.1.3 Resistencia al <i>Tagosodes orizicolus</i>	26
4.1.4 Resistencia a la Pyricularia.....	26
4.1.5 Resistencia al acame.....	27
4.1.6 Resistencia al desgrane.....	27
4.1.7 Panícula por m ²	28

4.1.8 Granos llenos y vanos.....	28
4.1.9 Peso de 1000 granos.....	29
4.1.10 Ciclo de germinación a maduración del grano.....	30
4.1.11 Rendimiento agrícola.....	30
4.2 Análisis económico.....	31
5-CONCLUSIONES.....	33
6-RECOMENDACIONES.....	34
7-BIBLIOGRAFÍA.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Para dar respuesta a la sostenibilidad del programa de producción de arroz no especializado que dio inicio en 1996, se establece un programa de trabajo dirigido a incrementar la variabilidad genética adecuadamente diseñado (Alfonso et al 2004), que permite disponer de los genotipos más promisorios, tolerantes al estrés ambiental provocado por diferentes factores, lo que contribuye a elevar la productividad en áreas con insuficiencia de agua en alguna de las etapas del ciclo del cultivo y deficientes en los fertilizantes químicos requeridos por otras variedades, de alta respuesta al nitrógeno.

Este nuevo sistema de producción , está basado en el empleo de bajos insumos de agua y fertilizantes, de aquí la importancia del mejoramiento genético dirigido a la obtención de variedades con resistencia moderada a la sequía, buena calidad del grano, alto potencial de rendimiento y resistencia a las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo (Alfonso et al., 2002).

Citado por Alfonso, 2010. Según consideraciones de varios autores entre los que se incluyen (IRRI, 1993 y Kush, 1995), ya desde esta fecha consideraron que la creciente demanda de arroz debe ser resuelta con la utilización de menos fertilizantes, agua, pesticidas; para lo que se requiere de variedades más eficientes en el aprovechamiento de los fertilizantes y que tengan tolerancia al estrés por sequía, lo que constituye un reto para la genética. Al respecto Sano, (1997), expuso que la reducción del rendimiento causado por el estrés ambiental continua siendo uno de los problemas más comunes y complejos a resolver por el mejoramiento genético en el arroz. Ello se agudiza a partir del reforzamiento en los cambios climáticos que cada día se agudizan incidiendo negativamente en la producción de alimentos, constituyendo este un problema difícil de superar.

La FAO en el 2007, sugirió, entre otras cosas, la introducción de nuevas variedades de arroz más resistentes al clima extremo, ya que ese cereal alimenta a más de la mitad de la población del mundo.

Los cambios en el régimen de lluvias afectarán a los cultivos, en particular al arroz, en muchos países de la zona. FAO (2008).

Dicha línea de trabajo adquiere hoy una mayor vigencia e importancia si tomamos en cuenta que los precios del arroz en el mercado internacional se han duplicado y casi triplicado, a causa de la reducción y/o suspensión de diferentes países de las exportaciones debido a los problemas causados por los biocombustibles y el precio de los hidrocarburos, ello justifica la necesidad de fortalecer aun más el trabajo del mejoramiento, dirigido a la obtención de nuevas variedades que aprovechen más los fertilizantes, que requirieran una menor cantidad de este por Kg. de arroz producido y con un menor consumo de agua; así como una mayor plasticidad ecológica.

El presente trabajo tiene como principal objetivo analizar los resultados alcanzados en el mejoramiento genético, para condiciones de bajos insumos de agua y fertilizantes químicos como una contribución al Programa Nacional de Producción de Arroz no Especializado en Cuba.

PORBLEMA DE INVESTIGACION.

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

Por lo antes referido y la constante necesidad de buscar nuevas variedades con estas características, es que se realiza esta investigación, para evaluar líneas promisorias como parte del Programa Nacional de Mejoramiento Genético del Arroz.

Problema científico:

El Complejo Agroindustrial Arrocero “Sur del Jíbaro” sólo siembra en la producción variedades de arroz con baja resistencia al estrés hídrico y altas exigencias a los fertilizantes químicos, por lo que se hace imprescindible introducir otras variedades que amplíen la composición genética y mejore la estructura varietal a estas condiciones.

¿Cómo se comportan agrónomicamente en las condiciones locales del Sur del Jíbaro las líneas promisorias seleccionadas, a las condiciones de estrés hídrico y menor exigencia a los fertilizantes químicos?

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 en el “Sur del Jíbaro”, se pueden seleccionar las que conjuguen el mayor número de características adecuada.

Objetivo general:

Comparar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de arroz frente a bajos consumos de agua y fertilizantes en “Sur del Jíbaro”, que posibiliten la selección para la conformación de una estructura varietal.

Objetivos específicos:

- Caracterizar agroproductivamente en condiciones experimentales las líneas de mayor resistencia a los elementos evaluados.
- Seleccionar las líneas que conjuguen el mayor número de características adecuadas.

2-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

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

2.1.1-El cultivo del arroz. Su importancia.

En cuanto a alimentos se refiere, el arroz constituye la fuente principal de éstos, por ser el grano básico de los países de mayor población en la tierra (Samayoa, 1991).

El arroz se ha considerado como una de las plantas más antiguas de la cual no se conoce con exactitud la época en que el hombre inició su propagación y es, además, el cereal más ampliamente cultivado en el mundo, constituyendo el principal alimento para más de la mitad de la población humana (FEDEARROZ, 1997).

El sistema de siembra del arroz popular en Cuba, se ha caracterizado por un sostenido crecimiento en áreas, rendimiento y producción. Destacando entre los principales resultados, un incremento del 27% en las áreas sembradas desde 1996 al 2001, alcanzando 117 786 ha en todos los ecosistemas, correspondiendo a secano y secano favorecido al 50% del área sembrada en el país (Rodríguez et al., 2002).

Según International Rice Research Institute (IRRI, 1993), las proyecciones recientes vaticinan que para el año 2025 se necesitará un 70 % más del arroz comparado con 1993 para suplir la demanda mundial del cereal. La mayor parte del incremento en la producción del grano deberá producirse a partir del impulso de las nuevas tecnologías (IRRI, 1978), pues es conocido que éstas serán de gran necesidad (IRRI, 1994).

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 el arroz, debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Posiblemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (FAO, 2004).

La gran diferencia existente entre el aumento lento de la producción y el crecimiento rápido de la población humana en los países consumidores de arroz constituye uno de los problemas alimenticios más urgentes a resolver y es una preocupación constante para los investigadores en interminable misión de obtener mejor producción (Castaño, 1998).

El arroz, un pasto anual (Gramineae), pertenece al género *Oryza* el cual incluye veinte especies silvestres y dos especies cultivadas, *O. sativa* (arroz de Asia) y *O. glaberrima* (arroz africano). *Oryza sativa* es la especie cultivada más comúnmente ahora en el mundo. En Asia *O. sativa* está diferenciada dentro de tres subespecies basadas sobre sus condiciones geográficas; índica, javánica, y japónica; índica se refiere a las variedades tropicales y subtropicales cultivadas en el Sur y Sureste de Asia y Sur de China; Javánica designa a los arroces bulu (aristado) y gundil (sin aristas) con panículas largas y granos bien delineados que crecen a lo largo de las regiones índicas en Indonesia; la japónica se refiere a las variedades de granos pequeños y redondeados de las zonas templadas de Japón, China y Korea. Las variedades del tipo japónica son cultivadas en el Norte de California, EE.UU. debido a la tolerancia a las bajas temperaturas nocturnas. Las variedades del tipo índica son cultivadas en el Sur de los EE.UU. (Molina – Ochoa, 2001).

2.2-Variedades de arroz

2.2.1 Definición y características

La noción de variedad descansa sobre un hecho genético, bien sencillo de expresar: la heredabilidad de los caracteres. Es una variedad o "cultivar" aquella cuya simiente reproduce, para todas las características, plantas iguales a aquellas de las que procede la semilla, e idénticas entre sí. Esto sucede cuando se trata de especies y variedades autógamas (fecundación por la propia flor, autofecundación o hermafroditismo), como es el caso del arroz. Esta consideración tiene gran importancia porque los métodos de mejora aplicables al grupo de plantas autógamas, en su mayor parte, son diferentes de los aplicables a las especies alógamas. La diferencia más importante entre estos dos grupos es debida a la influencia de la consanguinidad y de la exogamia en la estructura genética de las poblaciones.

Si estas condiciones no se cumplen se llega gradualmente al concepto de población para las formas más heterogéneas.

Para algunos caracteres el problema, para el fin de la individualización y fijación de la variedad, es simple porque como puede ser la coloración de algunos órganos vegetativos se trata de conseguir la presencia o ausencia del carácter mismo; para la mayor parte de los caracteres, por el contrario, se observa una fluctuación de una planta a otra o en condiciones distintas de cultivo, producida por las condiciones climáticas propias de cada ambiente, por las distintas situaciones nutritivas, por las prácticas de cultivo y por otros muchos factores; la amplitud de las fluctuaciones depende también de características genéticas de cada variedad individual.

Los caracteres para los que se pueden producir variaciones permanentes de tipo genético, o sea, hereditario, o fluctuaciones fenotípicas, o sea, ocasionales, son muy numerosos; aproximadamente, son 120 los caracteres que, actualmente en mejora genética, se consideran sujetos a variaciones.

Para obtener resultados económico-productivos elevados y uniformes, es necesario el estudio genético y la selección de mejores variedades, con características estables y muy uniformes en el ámbito de la población en cultivo. (Induarroz, 2005).

2.2.2 La búsqueda de nuevas variedades

La investigación y la búsqueda de nuevas variedades de arroz solamente se pueden llevar a cabo por estamentos oficiales o por empresas privadas que hayan realizado una importante inversión para poseer unas modernas instalaciones con la última tecnología y dotación de personal muy especializado.

Encontrar una variedad casi perfecta llevaba mucho tiempo, alrededor de diez o doce años, lo que significa que las variedades que están saliendo al mercado ahora mismo se empezaron a desarrollar hace ya bastantes años. También debe tenerse en cuenta que lo que entonces demandaba el molinero o industrial no es lo mismo que lo que se demanda actualmente. Afortunadamente, la mejora se ha acelerado y en la actualidad existen técnicas modernas que reducen el tiempo que transcurre entre el inicio del proceso de mejora hasta el hallazgo definitivo de la nueva variedad.

Los factores principales que se tienen en cuenta a la hora de obtener nuevas variedades son básicamente: lograr una mayor productividad, un grano sano que no se rompa durante el proceso industrial, una planta de ciclo corto y de una altura más bien baja, que no favorezca el encamado y sí la recolección mecanizada.

También se intentan obtener variedades resistentes al abonado y se buscan también determinados tipos de grano (corto, mediano o largo, perlado o cristalino, etc.).

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

El aumento de la producción de arroz mediante una agricultura sostenible y que no perjudique el medio ambiente es un arma esencial para lograr que algunos países, especialmente en Asia y África puedan asegurar la alimentación de su población (FAO, 2004).

El arroz fue introducido al Sur de Japón desde China alrededor de 100 años antes de Cristo (AC), y desde aquí éste se diseminó hacia el extremo Norte de Japón sólo en el Siglo XVIII. Los portugueses introdujeron el arroz hacia Brasil y los españoles lo introdujeron en Centroamérica y partes de Sudamérica (Molina – Ochoa, 2001).

El arroz (*Oryza sativa* L) constituye la fuente principal de alimentación de un tercio de la población mundial, este es también la principal fuente de aporte energético de la población de bajos ingresos de América Latina, sobre todo en los países de América del Sur y el Caribe (Zapata e Izquierdo, 1994). En los últimos años la producción del cereal se ha visto disminuida grandemente a causa de la incidencia de diversas enfermedades que atacan al cultivo.

Según Alvarado y Hernaiz (1995), el objetivo del productor de arroz es obtener la mayor rentabilidad posible logrando altos rendimientos con menores costos, para esto es necesario conocer en mejor forma la planta de arroz y el rendimiento, el cual está determinado por varios factores como son:

Factores ambientales; entre los que tenemos el suelo que es proveedor de nutrientes y donde la planta se sustenta, el aire que provee anhídrido de carbono y oxígeno, el sol que proporciona la energía luminosa, el agua, los factores climáticos y todas las condiciones que se le den a la planta.

Factor genético; representado por la semilla que da origen a la planta.

Chang and Oka (1974), plantearon que el control de malezas, plagas y enfermedades, así como el manejo del agua resultan vitales en la obtención del cultivo, el que puede prosperar desde regiones prácticamente desérticas hasta lugares bajos donde se acumula el agua durante fuertes lluvias, como Bangladesh y otros países, donde se cultiva la modalidad de arroces "Flotantes" aún con cinco metros de lámina de agua, en estos casos estas variedades necesitan tener un mecanismo de adaptación para ser capaces de elongar grandemente su tallo y surgir a la superficie. Es posible que el principal efecto de la lluvia sobre el crecimiento del arroz sea la disponibilidad de agua, si resulta muy poca o demasiada. Según se conoce la planta de arroz está adaptada a las condiciones anaerobias en el suelo por disponer de tejidos parenquimatosos (con canales) que está directamente conectado desde las hojas hasta el sistema radical y que permite la respiración a estos últimos órganos.

Puede citarse otro caso como Corea, donde obtiene rendimientos por encima de siete toneladas por hectárea, en este caso por sistema de trasplante (IRRI, 1997).

2.3-ESTRÉS HIDRICO.

Se han usado diferentes términos para describir la respuesta de las plantas a tensiones de humedad, resultante de las interacciones de diversos mecanismos a los que se han asociado algunos caracteres morfológicos, fisiológicos y las variaciones en la demanda de agua propias de la ontogenia (Morgan, 1989)

La cantidad de agua, que el arroz requiere para producir grano ha sido motivo de discrepancias entre estudiosos del tema, no obstante; la sequía como déficit ambiental de agua ya sea en el suelo y/o en la atmósfera es el resultado de complejas interacciones entre la rizósfera, la planta y la atmósfera (Hsiao, 1982), favoreciendo la acción de determinados factores que limitan el desarrollo y rendimiento de las plantas.

La pérdida de agua por transpiración es inevitable pues la planta necesita abrir los estomas para facilitar la absorción de CO₂; la absorción es consecuencia de la pérdida de humedad por transpiración, indicando el equilibrio de estos dos procesos el estado hídrico de la planta. Cuando este equilibrio se pierde, las células y tejidos se deshidratan incrementando su temperatura (Henckel, 1964), iniciándose una serie de ajustes como: cierre estomático, disminución del proceso fotosintético y transpiratorio,

(Keita et al, 1987 y Bennet et al, 1987); suspensión de la división celular y reducción del alargamiento (Brevedan y Hogdes, 1973); alteración de los procesos hormonales y como consecuencia, la reducción del rendimiento (Larque, 1977).(citados por Alfonso , 2006).

Para provocar las condiciones de bajos suministros de agua, se empleó el siguiente manejo: Se estableció el riego hasta los 35 días después de germinado (DDG) el grano de arroz – suspensión de la entrada de agua hasta la fenofase del cambio de primordio (25 a 30 días) – riego hasta la floración (Elizabeth, C. et al, 2010).

La suspensión del riego en la fase de ahijamiento redujo el área foliar, producción crecimiento de masa seca y el número de tallos por planta; sin embargo, incrementó el rendimiento en granos de estas plantas, determinado por el aumento del número de panículas y número de granos llenos por panícula (García .Aymara 2009).

2.4-SUELO.

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes. Otros estudios han demostrado que la textura del suelo no afecta la tasa de mineralización, (Scott et. al. 1996; Gregorich et. al. 1991).

Los suelos inundados ofrecen un ambiente único para el crecimiento y nutrición del arroz, pues la zona que rodea al sistema radicular, se caracteriza por la falta de oxígeno. Por tanto para evitar la asfixia radicular, la planta de arroz posee unos tejidos especiales, unos espacios de aire bien desarrollados en la lámina de la hoja, en la vaina, en el tallo y en las raíces, que forman un sistema muy eficiente para el paso de aire. El aire se introduce en la planta a través de las estomas y de las vainas de las hojas, desplazándose hacia la base de la misma. El oxígeno es suministrado a los tejidos junto con el paso del aire, moviéndose hacia el interior de las raíces, donde es utilizado en la respiración. Finalmente sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una interfase de oxidación-reducción (FAO, 2004).

2.5-ABONADO.

2.5.1-NITRÓGENO:

Gran parte del nitrógeno del suelo se encuentra en formas orgánicas, formando parte de la materia orgánica y de los restos de cosecha, pero la planta de arroz solo absorbe el nitrógeno de la solución en forma inorgánica. El paso de la forma orgánica del nitrógeno a las formas inorgánicas tiene lugar mediante el proceso de mineralización de la materia orgánica, siendo los productos finales de este proceso distintos según las condiciones del suelo (FAO, 2004).

En un suelo anaeróbico, la falta de oxígeno hace que la mineralización del nitrógeno se detenga en la forma amónica, que es la forma estable en los suelos con estas condiciones. Esta forma de nitrógeno se encuentra en dos maneras: disuelta en la solución del suelo y absorbida por el complejo arcillo-húmico, formando ambas la fracción de nitrógeno del suelo fácilmente disponible para el arroz.

El nitrógeno se considera el elemento nutritivo que repercute de forma más directa sobre la producción, pues aumenta el porcentaje de espiguillas rellenas, incrementa la superficie foliar y contribuye además al aumento de calidad del grano. El arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo:

1.-En la fase de ahijamiento medio (35-45 días después de la siembra), cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz.

2.-Desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior hasta que este entrenudo alcanza 1.5-2 cm.

El nitrógeno se debe aportar en dos fases: la primera como abonado de fondo, y, la segunda, al comienzo del ciclo reproductivo. La dosis de nitrógeno depende de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, manejo de los fertilizantes, etc. En general la dosis de 150 Kg. de nitrógeno por hectárea distribuida dos veces (75% como abonado de fondo, 25% a la iniciación de la panícula).

En el abonado de fondo conviene utilizar fertilizantes amónicos y enterrarlos a unos 10 cm. de profundidad, antes de la inundación, con una labor de grada. El abonado de cobertera se aplicará a la iniciación de la panícula, utilizando nitrato amónico. Los abonos nitrogenados utilizados, son generalmente, el sulfato amónico, la urea, o abonos complejos que contienen además del nitrógeno, otros elementos nutritivos (FAO, 2004).

2.5.2-FÓSFORO:

También influye de manera positiva sobre la productividad del arroz, aunque sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno. El fósforo estimula el desarrollo radicular, favorece el ahijamiento, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y maduración y mejora la calidad del grano. El arroz necesita encontrar fósforo disponible en las primeras fases de su desarrollo, por ello es conveniente aportar el abonado fosforado como abonado de fondo. Las cantidades de fósforo a aplicar van desde los 50-80 Kg. de P_2O_5 /ha. Las primeras cifras se recomiendan para terrenos arcillo limosos, mientras que la última cifra se aplica a terrenos sueltos y ligeros. Stevenson (1986).

2.5.3-POTASIO:

El potasio aumenta la resistencia al encamado, a las enfermedades y a las condiciones climáticas desfavorables. La absorción del potasio durante el ciclo de cultivo transcurre de manera similar a la del nitrógeno. La dosis de potasio a aplicar varían entre 80-150 kg de K_2O /ha. Las cifras altas se utilizan en suelos sueltos y cuando se utilicen dosis altas de nitrógeno. (MINAGRI, 2009).

En las directivas del Comandante en Jefe Fidel Castro (1990), para el período especial en tiempo de paz se plantea, “fortalecer la actividad de la investigación y acelerar la introducción de experiencias de vanguardia, dirigiendo los esfuerzos a la búsqueda de alternativas para garantizar los niveles de producción necesarios en el cultivo del arroz, a pesar de las limitaciones en la disponibilidad de fertilizantes y pesticidas; elaborando programas para aprovechamiento máximo de éstos en el período más corto posible, de acuerdo con nuestra fuente”.

2.6- 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).

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).

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).

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.

2.7-Plagas y enfermedades del arroz.

La incidencia del complejo de agentes causales, entre los que se encuentran: *Bipolaris oryzae*, *Phyllacticta sp*, *Gerlachia oryzae*, *Alternaria padwickii* (Ganguly) M. B. Ellis, *Curvularia sp*, *Pyricularia grisea* Sacc, *Cercospora oryzae* Miyake, *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams y *D. Hawkswort* y las bacterias *Pseudomonas sp* y *Erwinia sp*, que producen la enfermedad llamada Manchado del Grano, causa o afecta el grano en la disminución del peso hasta el 40%, la germinación entre 26 – 41 % y el llenado de los granos hasta un 30% (García et al., 2002).

El hongo *Pyricularia grisea* Sacc es el agente causal de la enfermedad conocida en el medio arrocero mundial como añublo del arroz, quemazón o sencillamente piricularia (Webster and Gunnel, 1999). La distribución de esta enfermedad es mundial, encontrándose en todo los agroecosistemas de los trópicos y zonas templadas donde se cultiva el arroz de forma comercial (Correa et al., 1997).

La Piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc), 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 (Rodríguez y Nass, 1991).

Este hongo produce lesiones necróticas en las hojas de las plantas jóvenes o maduras pudiendo afectar también los nudos y los tallos. Generalmente afecta el cuello y las panículas, lo que puede causar daños severos a la planta y afectar la producción (Correa et al., 1995).

Este patógeno provoca grandes pérdidas en la producción de arroz, tanto en la siembra de secano como de riego. Es capaz de causar daños a las hojas de las plantas, aunque los ataques al cuello de la panícula son los más dañinos y pueden afectar hasta el 100% de las plantas (Farah E. e Iwasawa, 1988).

Unas de las enfermedades más importantes históricamente ha sido la piriculariosis producida por el hongo *Pyricularia 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%. Existen algunas estrategias para el control de la enfermedad como son la resistencia varietal, algunas medidas fitotécnicas y el control químico, este último el más empleado, donde se utilizan plaguicidas cada vez más tóxicos para el hombre y ambiente, además de ser costosos y de eficiencia inestable (Rodríguez et al. 2002).

Rhizoctonia solani es una enfermedad que está considerada como la segunda en importancia económica después de la *Pyricularia*. Este incremento se debe a la intensidad del cultivo, al amplio uso de variedades tempranas o semi-tempranas y al aumento en el uso de fertilizantes nitrogenados. Las lesiones se producen principalmente en la vaina, siendo éstas en un principio de forma ovoide, de color gris verdoso, con una longitud que varía entre 1 y 3 cm. de largo.

El centro de la lesión se torna blanco- grisáceo, con un margen marrón. La presencia de diferentes lesiones que lleguen a unirse causando la muerte de las hojas o hasta de la planta entera.

La enfermedad se acentúa en condiciones de elevada humedad y temperatura. La humedad está muy influenciada por la densidad de siembra, por tanto una alta densidad de siembra y elevadas dosis de aplicación de fertilizantes, tienden a incrementar el efecto de esta enfermedad. El desarrollo de esta enfermedad puede ser vertical u horizontal, siendo esta última más rápida y más grave, sobre todo durante la estación húmeda y en parcelas con un contenido elevado de abonos nitrogenados.

-Control.

-Recolectar las plantas afectadas.

-Manejo adecuado del agua, drenando 5-7 días en el estado de máximo ahijamiento.

-Se recomienda la siembra en línea en vez de la manual y la aplicación de superfosfato de calcio.

-PODREDUMBRE DEL TALLO: (*Fusarium moliniiforme*. *Sarocladium oryzae*), esta podredumbre se produce en la hoja que envuelve a la panícula. Estas manchas pueden llegar a unirse pudiendo cubrir la mayor parte de la superficie de la hoja. Las panículas sólo sufren una podredumbre parcial, aunque puede observarse un polvo blanquecino dentro de la vaina y en la panícula.

-Control.

-Saneamiento del suelo.

-Utilizar altas dosis de potasio y dosis equilibradas de nitrógeno.

-Algunos cultivares mejorados genéticamente son resistentes a la podredumbre del tallo.

-Quemar los rastrojos después de la recolección.

-Desinfección de la semilla

Las lesiones foliares de *Helminthosporium oryzae* varían desde pequeños puntos hasta manchas circulares u ovals que se distribuyen casi uniformemente por toda la lámina foliar; la coloración marrón inicial se torna más clara en el centro y aparece con frecuencia un halo amarillento. A nivel de panícula el fitopatógeno invade el cuello, raquis, ramificaciones y granos (glumas), originando manchas marrones cubiertas por crecimiento del hongo. Esto disminuye el rendimiento y la calidad molinera (Rodríguez y Nass, 1991).

No obstante constituir el arroz el primer cultivo alimenticio a nivel mundial, los daños provocados por bacterias, virus, hongos, malezas o insectos, resulta indispensable para implementar las estrategias de control y jerarquizar las prioridades de intervención. En el marco de un estudio conjunto con el IRRI (International Rice Research Institute), se dio a la tarea de cuantificar la nocividad de los principales depredadores presentes en los arrozales de Asia Tropical e identificar las situaciones de producción más vulnerables, con el objetivo de definir prioridades futuras de investigación y de lucha (Savary, 2000).

El cultivo del arroz (*Oriza sativa* L.) es afectado por numerosos y diferentes enemigos naturales, encontrándose entre éstos un extenso grupo de agentes infecciosos que causan distintas enfermedades, las cuales en determinadas condiciones ambientales constituyen uno de los factores limitantes de mayor importancia en la explotación de este cereal. La actividad desarrollada por estos entes (hongos, bacterias, virus, etc.) en los órganos invadidos (hojas, tallos, inflorescencias, semillas) origina disminuciones, tanto en la calidad como en la cantidad de la cosecha (Rodríguez y Nass, 1991).

3-MATERIALES Y MÉTODOS.

Los estudios fueron realizados en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”, Sancti Spiritus, durante la campaña 2011, a las que se les ha propiciado un período de estrés hídrico a partir de los 45 días después de germinado el arroz, hasta el inicio de la formación de la panícula, con una reducción del 50 % del fertilizante nitrogenado, potasio y fósforo empleado en el arroz de riego.

3.1 Genotipos estudiados

No	Genotipos	Progenitores
1	9616	IR -66764-105/IR-66547-57
2	9707	IAC-22/ J-104-N2-C2-1-2-P1-4-5-2
3	10182	IAC-19/Lp-7
4	10189	IAC-17/J-104-N2-C72-1-2P-3-1
5	10193	IAC-19/Lp-7
6	IACuba-29	IR1529-ECIA / GLORIA // V15521
7	IACuba-30	BR-IRGA409 / IR 5931

La siembra se realizó el día 16 de enero del 2011 en parcelas de 5 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 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 y los testigos utilizados son variedades comerciales obtenidas para bajos insumos de agua y fertilizantes.

3.2 Evaluaciones realizadas

Germinación, al momento de emerger las plantas.

Vigor a los 20 D.D.G y 40 D.D.G

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.

Vigor vegetativo, Acame, Desgrane, resistencia a la *Pyricularia grisea* Sacc., y *Tagosodes oryzicolus* Muir. En estas evaluaciones se empleó el Sistema de Evaluación Standard para el Arroz (IRRI, 1996).

Ciclo de germinación a cosecha.

Resistencia al acame y desgrane por replica.

Número de panículas por m² .

Granos llenos y vanos.

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

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

Estas evaluaciones se realizaron según metodología del instituto de Investigaciones de granos (Cuba 2011).

3.3 Fertilización y riego.

Estos se cultivaron en campo durante el período poco lluvioso, en condiciones de bajos suministros de agua. Para provocar las condiciones de bajos suministros de agua, se empleó el siguiente manejo: Se estableció la lámina de agua a los 15 días de germinado el arroz, suspendiendo la entrada de agua a los 45 días después de germinado (DDG); reponiéndosela nuevamente en el cambio de primordio hasta el 50 % de floración.

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

Tabla 1. Riego y fertilización para bajos insumos (según el autor, 20011)

Riegos	Fertilizantes	Plan	Real	Dosis Kg./ha	T/Días	D.D.G
16/1/11(Riego de germinación)						
23/01/11	N ₁	5 / 2	5 / 2	30	0 / 10	10
03/02/11	N ₂	11 / 3	11 / 3	30	45	45
12/02/11	N ₃	1 / 4	1 / 4	30	60/70	64
19/02/11						
26/02/11						
05/03/11	P2O5	16 / 1	16 / 1	45	0/10	0
12/03/11	K2O	16 / 1	16 / 1	35	0/10	0
Suspensión 45 DDG		12 / 3	12 / 3			
Restauración cambio primordio		27 / 3	27 / 3			
Suspensión 50% de Floración		10 / 5	10 / 5			
D. D. G. días después de germinado						

3.4 Análisis estadístico.

Los datos fueron sometidos a Análisis de Varianza de Clasificación Simple y las medias se compararon mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan para ≤ 0.05 por el programa SPS 15.0.

4-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Vigor.

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

Tabla 2: Vigor vegetativo a los 20 y 40 días después de germinado.

Vigor 20 y 40 D.D.G.

No	Genotipos	20	40
1	9616	3	3
2	9707	3	3
3	10182	3	3
4	10189	3	3
5	10193	3-4	4
6	IACuba-29	3	3
7	IACuba-30	3	3

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).

4.1.2. Población.

La población de cada uno de los genotipos estudiados fue evaluada por la cantidad de plantas por m² que poseían; no todos las líneas y variedades mostraron la misma densidad, pues el más alto número de plantas lo mostró la línea 9616 con 339 plantas/m², sin diferencias significativas con el testigo IACuba-30 (Figura 1).

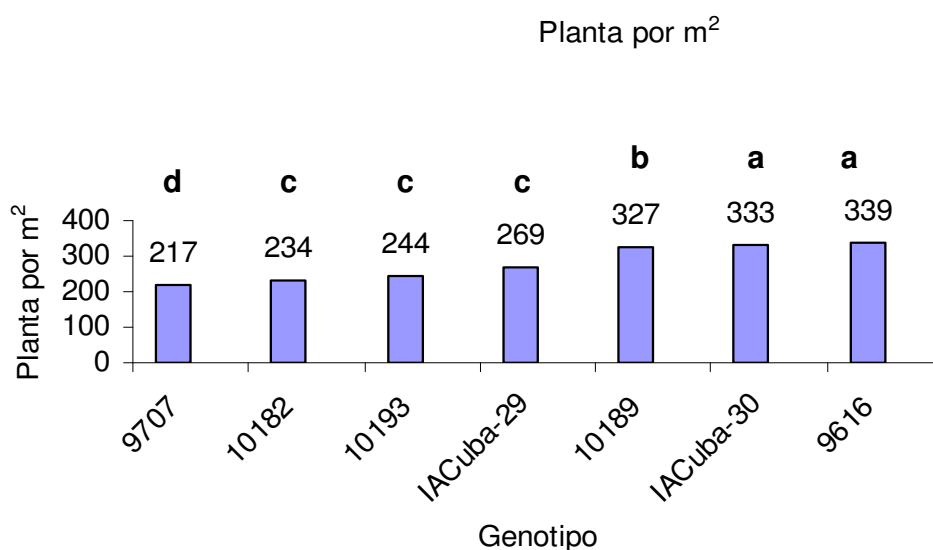


Figura 1: Comportamiento número de plantas por m².

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- Resistencia a *Tagosodes orizicolus* Muir.

Solo resultaron resistentes al daño mecánico del insecto los genotipos 9616,9707. 10193 y 10182, resultando medianamente resistente los testigos IACuba-29 y IACuba-30. (Tabla 3).

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.

4.1.4 Resistencia a *Pyricularia*.

Al evaluar la resistencia a *Pyricularia* en camas de infección, mostraron resistencia al hongo, las líneas 9616,9707, 10182, y los testigos IACuba-29 y IACuba-30 arrojaron susceptibilidad al patógeno como aparece en la (tabla 3).

Los genotipos estudiados en condiciones de campo no presentaron síntomas de incidencia de manchas fungosas por encima del 5% en condiciones de plantas, teniendo en cuenta que las condiciones ambientales no fueron las mejores.

Correa et al; (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.

4.1.5 Resistencia al acame.

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

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).

4.1.6 Resistencia al desgrane.

Todas las líneas estudiadas al igual que los testigos, demostraron ser resistentes al desgrane, aunque son genotipos de fácil trilla. (Tabla 3).

Tabla 3: Resistencia de los genotipos presentes en el ensayo. (Según el autor, 2011).

No	Genotipos	Pg	To	Acame	Desgrane
1	9616	R	R	R	R
2	9707	R	R	R	R
3	10182	R	R	R	R
4	10189	S	MR	R	R
5	10193	MR	R	R	R
6	IACuba-29	S	MR	R	R
7	IACuba-30	S	MR	R	R

Pg. <i>Pyricularia</i>	To. <i>Tagosodes orizicolus</i>
R. Resistente	MR. Medianamente resistente
	S. Susceptible.

4.1.7 Panícula por m².

Las panículas / m² estuvieron entre 241 y 339, presentando el mayor valor los genotipos 9707 Y el testigo IACuba-30, sin diferencia significativa entre sí. La línea 10189, produjo el menor número de panículas, no teniendo diferencia marcada con la 10193 y 10182. (Figura 2).

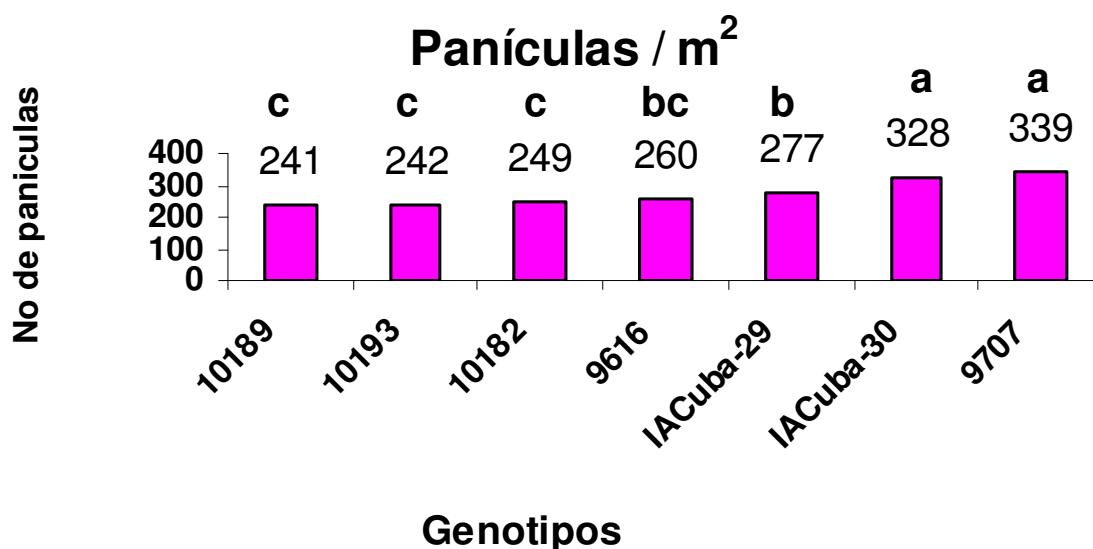


Figura 2: Comportamiento, del número de panículas por m².

4.1.8- Granos llenos y vanos.

Algunos autores coinciden en señalar que el número de granos llenos por panículas es el componente que más influencia tiene sobre el rendimiento (MINAGRI, 1998).

Los genotipos 9707, 10193, IACuba-29, e IACuba-30 no presentaron diferencia estadística entre ellas con los valores más altos de 128, 123, 114 y 125 granos llenos por panícula en la campaña de Seca 2010-2011 (Figura 3)

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).

En el (Figura 3) se muestra el porcentaje de vaneo de los cinco genotipos evaluados, parámetro que se comportó inversamente proporcional a los granos llenos por panícula, resultando la 9707 y 10193 la de menor porcentaje (9.85 y 10.21 %) respectivamente, con diferencia significativa sobre las demás líneas. Los genotipos más afectados fueron la 9616 con 32.38 %, 10189 con 32.47 %, IACuba-29 con 21.91 % y 10182 con 19.68 %, respectivamente.

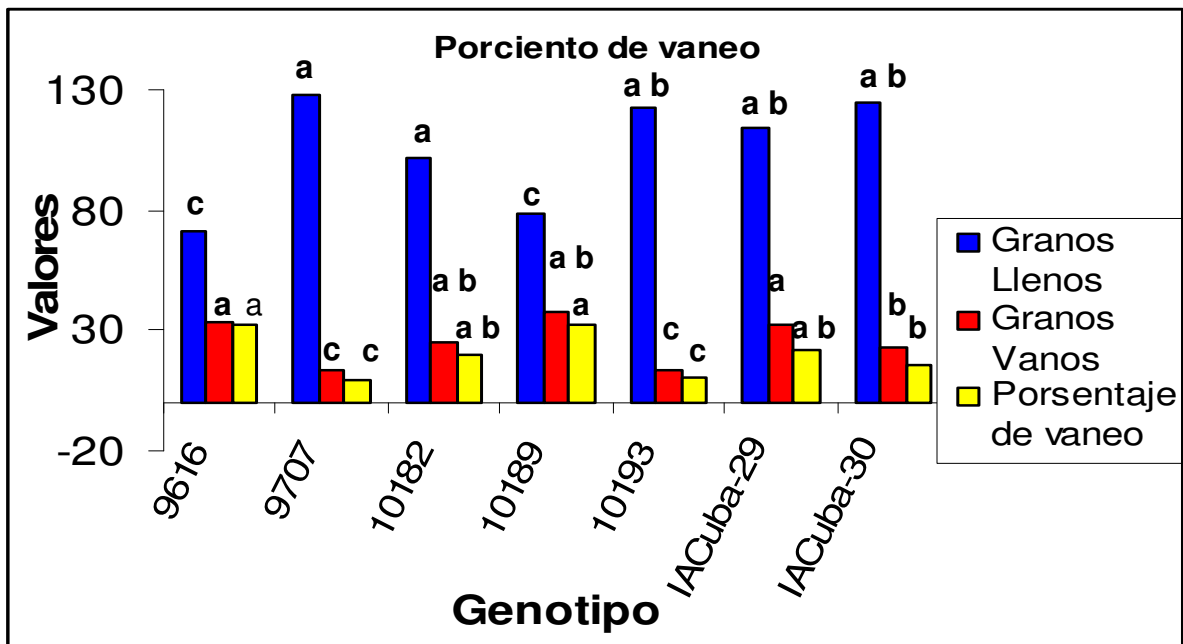


Figura 3 Comportamiento del porciento de vaneo.

4.1.9 El peso de 1000 granos.

Permitió comprobar la calidad del grano de acuerdo al peso en gramos, siendo la línea 10182 la de mayor peso con 30.50 g, con diferencia significativa respecto a los testigos.

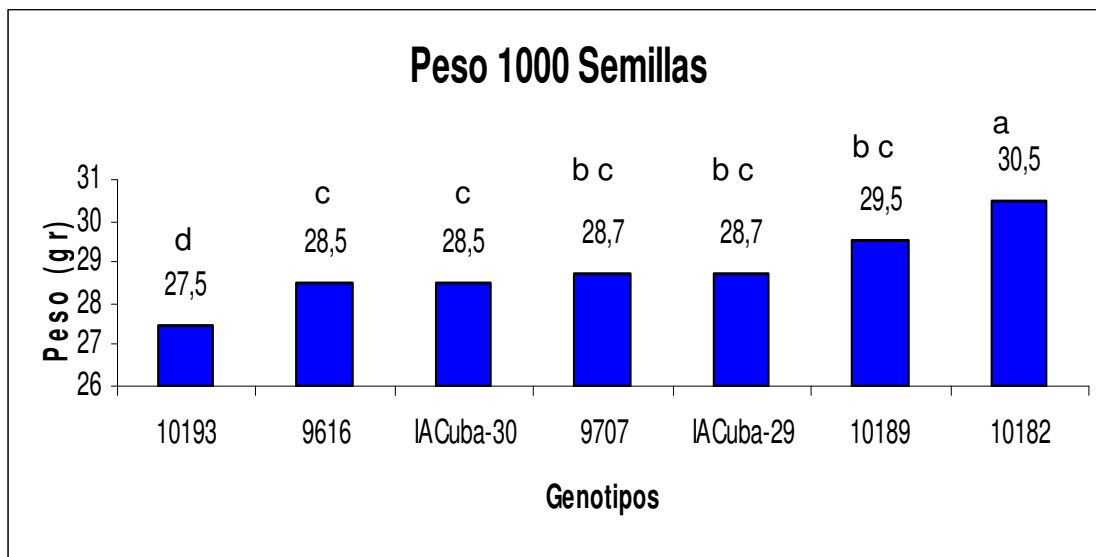


Figura 4: Comportamiento del peso de 1000 granos en gramos.

El peso de 1000 granos es uno de los componentes del rendimiento, tanto agrícola como industrial, un alto peso de 1000 granos en una variedad contribuye a producir más del 70% de producción de arroz blanco (Castillo et al, 2001).

4.1.10 Ciclo de germinación a maduración del grano.

Las líneas evaluadas presentan ciclo desde la germinación hasta la maduración del grano entre 136 y 141 días, obteniendo diferencias significativas entre la línea 10189 y 9707 con los testigos. (Figura 5).

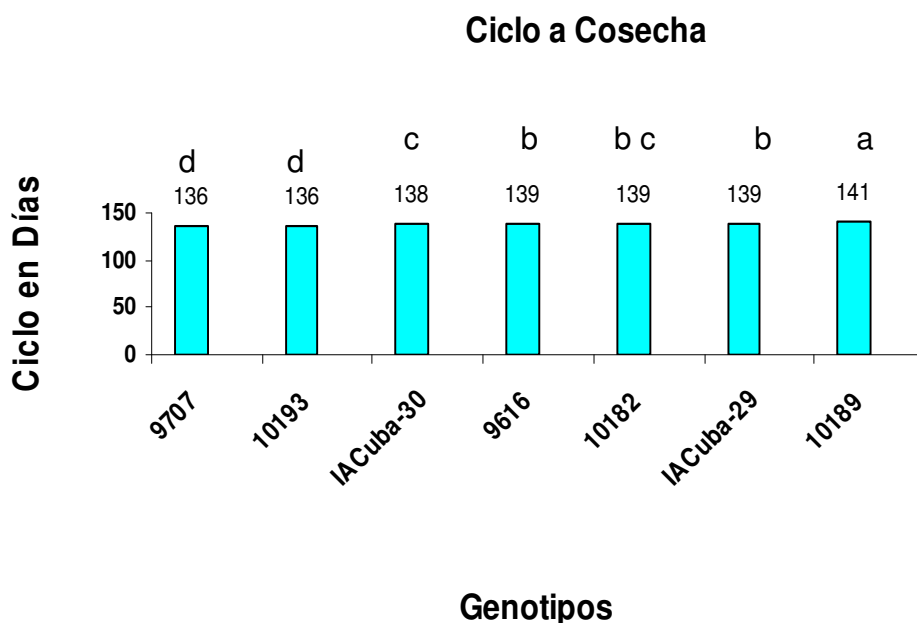


Figura 5: Comportamiento del ciclo de germinación a cosecha

4.1.11 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 esta evaluación, el mayor rendimiento agrícola lo presentó la línea, 9707 con 5.40 t/ha, sin diferencias marcadas con el testigo IACuba-30, y si con significación respecto al testigo IACuba-29 y demás líneas evaluadas, como podemos observar en la siguiente (Figura 6).

Este comportamiento demuestra la condición de esta variedad como de bajos insumos al tener una alta respuesta a bajos niveles del fertilizante nitrogenado, ratificando lo planteado por Alfonso, et al. (2002).

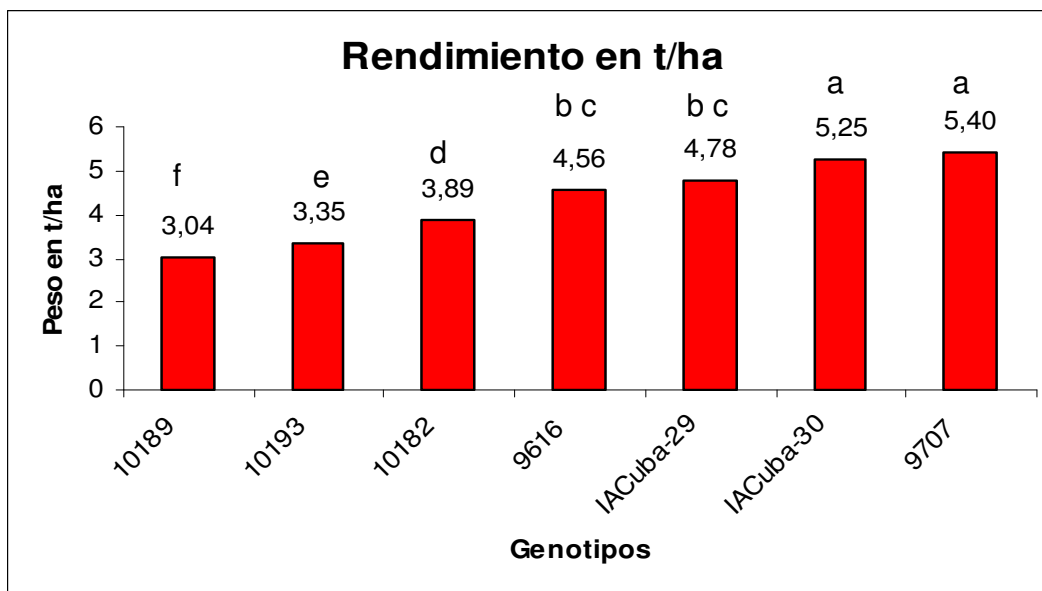


Figura 6: Comportamiento del rendimiento agrícola en t/ha.

4.2 Análisis económico.

Con el resultado de este trabajo, se puede obtener una nueva variedad que rinda al menos 0.15 t/ha más que la IACuba-30 (variedad de arroz muy extendida su siembra en Cuba), además de ser el nuevo genotipo de mejor respuesta al estrés hídrico y menor consumo de fertilizantes químicos, por lo que se disminuye al menos el 50% del consumo de agua y fertilizantes con respecto a las variedades utilizadas en la producción en condiciones de riego por inundación.

Actualmente en Cuba cultivar una hectárea de arroz con variedades que solo responden a la condiciones de riego por inundación cuesta 310.46 MN, solo en agua y fertilizantes químicos, con la obtención de la nueva variedad que disminuye el 50% de esto insumos obtendremos 155.23 MN de ganancia.

Lo anteriormente se puede observar en la (tabla 4).

Tabla 4. Resultados económicos.

Insumos	UM	Variedad Bajo Riego			Variedad de bajos insumos (50%)		
		Permanente					
		Valor (MN)			Valor (MN)		
		Producto	Consumo	Ganancia	Producto	Consumo	Ganancia
Nitrógeno	TM/ha	130.86	130.86	-	130.86	65.43	65.43
Fósforo	TM/ha	44.92	44.92	-	44.92	22.46	22.46
Potasio	TM/ha	47.06	47.06	-	47.06	23.53	23.53
Agua	M ³ /ha	86.63	86.63	-	86.63	43.31	43.31
Total		310.46	310.46	-	310.46	155.23	155.23

Esto además contribuye a disminuir la contaminación ambiental al necesitar el cultivo menos fertilizantes químicos.

5-CONCLUSIONES

- Destacándose que la línea 10189 tiene el mayor ciclo hasta la floración, siendo las variedades testigo Iacuba29 y IACuba-30 de menor ciclo.
- El mayor rendimiento agrícola lo presento la línea 9707 sin diferencias marcadas con el testigo IACuba-30.
- Resultaron resistentes al daño mecánico del insecto *Tagosodes orizicolus* Muir los genotipos 9616, 9707, 10182 y 10193 sin diferencia marcada con los testigos que son medianamente resistentes.
- Solo resultaron resistentes al daño hongo *Pyricularia grisea* Sacc., los genotipo 9616, 9707, 10182, y los testigos IACuba-29 y IACuba-30 arrojaron susceptibilidad al patógeno.
- El mejor comportamiento general lo presentó la línea 9707 destacándose por su rendimiento, resistencia, granos llenos por panículas, número de panículas por m² y % de vaneo.

6-RECOMENDACIONES

- Someter a validación, la línea promisoría de arroz que mejor comportamiento general arrojó en este experimento, teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

Bibliografía

- ALFONSO, R. Mejoramiento para resistencia a la sequía en el cultivo del arroz. Curso de mejoramiento genético del arroz [CD-ROM]. Sancti Spiritus Cuba: IIGranos, 10 noviembre 2006.
- ALFONSO, R.; ALEMAN, L. y RODRIGUEZ, S. El arroz de secano para el sistema de arroz popular en Cuba [CD-ROM]. Santa Cruz, Bolivia, 20 febrero 2002.
- ALFONSO, R.; FERNÁNDEZ, J. L.; RODRÍGUEZ, S.; PÉREZ, R.; HERNÁNDEZ, J. L.; SUÁREZ, E.; GINARTE, A. y CORRALES, R. Memorias XVII Congreso Científico internacional 22al 26 nov. 2010: resultados del mejoramiento de arroz para bajos insumos de agua y fertilizantes en cuba 2005-2009. San José de las Lajas INCA Habana: INCA, 2010.
- ALFONSO, R.; PÉREZ, R. y SUÁREZ, E. Estado actual del mejoramiento del arroz en Cuba [CD-ROM]. Brasil, 14 abril 2004.
- ALFONSO, R.; RAMÍREZ, E.; RODRÍGUEZ, S. y ALEMÁN, L. Trabajo presentado en la conferencia taller celebrada en el centro de Investigaciones de Arroz y Frijol: mejoramiento del arroz en cuba situación actual. Goiania. Brasil: centro de Investigaciones de Arroz y Frijol, 2004.
- ALLARD, R. Principio de la mejora genética de las plantas. Habana, Cuba: Edición Revolucionaria, 1997.
- ALVARADO, R. y HERNAIZ, L. Manual de producción de arroz: objetivo del cultivo y elementos fundamentales para el funcionamiento de este proceso productivo. Chile: PCCMCA, 1995. pp. 7-8.
- ANDRADE, F. Evaluación del rendimiento del arroz en Ecuador. Mejoramiento, manejo y comercialización, junio 1991, nº 2, p. 245.
- CASTAÑO, J. Etiología del Manchado de Grano en Arroz de Secano en Colombia e Indonesia. Arroz, junio 1998, Vol. 47, nº 413, pp. 24-28.
- CASTILLO, D.; RODRIGUEZ, D.; GONZALEZ, A. A.; SUÁREZ, E.; HERNÁNDEZ, J.; HERNÁNDEZ, J. D. y PRADO, M. "Características físicas y químicas principales del grano de las variedades de arroz comerciales que se cultivarán en Cuba en el año 2002: calidad del grano. ARROZ. Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura, noviembre 2001, nº 1.
- CASTRO, F. Directivas para el período especial en tiempo de paz. Editorial Política Comité Central del PCC. La Habana, Cuba, 16 junio 2012.
- CHANG, T. The origin , evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rice. African: Euphytica, 1974.

- CHANG, T. y OKA, H. I. Proceedings of the symposium of "Climatic and Rice": genetic variousness in the climatic adaptation of rice cultivar. Philipines: IRRI, 1974. pp. pp. 87-111.
- CHATEL, M. y GUIMARÃES, E. P. Selección Recurrente en Arroz: selección recurrente en arroz en África y Madagascar: estado actual y progreso. Cali, Colombia: CIAT, 1995. p. p.151 - 162.
- CHAUDHARY, R.; TRAN, D. y DUFFAY, R. Speciality rices of the World. Breeding, production and marketing. Roma: Publicado por Science Publishers, Inc. USA y UK. FAO, 2001. p. 358.
- CORREA, V. F. y MARTÍNEZ, C. Genetic structure and virulence diversity of *P. grisea* in Breeding for rice blast resistance in: Proceedings of Symposium Induced Mutation and Molecular Techniques for Croos Improvement. Viena: IAEA-SM-340/12, 1995. pp. pp. 133-145.
- CORREA, V. y ZEIGLER, R. Resistencia estable y variabilidad patogénica en el complejo arroz- *Pyricularia Oryza Sacc*, Arroz en America latina. Mejoramiento, Manejo y comercialización, enero 1997, nº 151.
- CORREA, V.; GUIMARÃES, E. y MARTÍNEZ, C. Curso de selección recurrente en arroz: caracterización de la estructura genética de *Pyricularia grisea* Sacc para poder desarrollar variedades resistentes al añublo del arroz. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1999. pp. pp. 203-215.
- CRISTO, E.; GONZÁLEZ, C.; PÉREZ, Z.; VENTURA, E.; BAZALDÚA, C.; CÁRDENAS, R. M.; ECHEVARRIA, A.; BLANCO, G. y GONZÁLEZ, M. Efecto de bajos suministros de agua en el comportamiento agronómico e industrial de nuevos genotipos de arroz (*oryza sativa* L.) obtenidos por diferentes métodos de mejora. Memorias XVII Congreso Científico internacional [CD-ROM]. San José de las Lajas INCA Habana, 25 noviembre 2010.
- DE la Loma, J. P. Genética general y aplicada. La Habana Cuba: Pueblo y Educación, 1973.
- FAO. El cultivo del arroz [en línea]. Cuba, 14 abril 2004 [Consulta: 15 febrero 2012]. Disponible en: <http://www.ric.fao.org>.
- FAO. Base de datos estadísticos. Food and Agriculture Organization of the United Nations [en línea]. Roma, Italia, 03 abril 2007 [Consulta: 02 febrero 2012]. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
- FAO. Impacto del cambio climático en la producción de alimentos con énfasis en el arroz. Roma, Italia: CONSUMER.es EROSKI, 2008.
- FARAH, E. y IWASAWA, H. El Añublo de la Vaina en el cultivo del arroz. Parte I. Arroz, septiembre 1988, Vol. 37, nº 356, pp. 13-17.

- FEDEARROZ. El arroz en Colombia y el mundo. ARROZ, marzo 1997, Vol. 46, n° 408, pp. 16-46.
- GARCÍA, A. Efectos fisiológicos del déficit hídrico inducido en fases tempranas del crecimiento de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) y su aplicación en la selección de variedades tolerantes. Tesis de Doctorado. La Habana: Universidad Agraria de la Habana, Cuba, 2009.
- GARCIA, A.; ALVAREZ, A.; CASTILLO, D.; HERNÁNDEZ, D.; SUÁREZ, E.; RODRÍGUEZ, E. y CRUZ, F. Gramene J.Oryza [en línea]. La Habana Cuba, 15 agosto 2007 [Consulta: 22 marzo 2012]. Disponible en: <http://www.gramene.Org/oryza/rice facts.html>.
- GARCÍA, A.; CASTILLO, A. A. H.; HERNÁNDEZ, D.; SUÁREZ, E.; CRUZ, E.; HERNÁNDEZ, F. y CABELLO, R. Manual del Arrocero. Segunda Edición ed. Instituto de Investigaciones del Arroz: Ministerio de la Agricultura, 2002.
- GREGORICH, E. G.; VARONEY, R. P. y KACHANOSKI, R. G. Soil Biol: turnover of carbon through the microbial biomass in soil with different textures. 23 ed. URSS: Biochem, 1991. p. 799 - 805.
- GUIMARÃES, E. Mejoramiento de arroz en fundación. (DANAC). Fundación para la Investigación Agrícola, septiembre 1998, Vol. Vol.4, n° No.2.
- GUIMARÃES, E. P. y CHATEL, M. Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina: exploración de los recursos genéticos del arroz a través del mejoramiento poblacional. Cali, Colombia: CIAT, 2003. pp. Cap.1 ,5-18.
- IIA. Política varietal para el cultivo del arroz. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones del arroz, 2009.
- INDUARROZ. Federación nacional Industriales de arroz. Cali, Colombia: CIAT, 2005.
- IRRI. International rice Research Intitute: manual of operations and procedores of the international rice genebank,genetic resorurces center. Los Baños Philipines: IRRI, 1995. p. 116.
- IRRI. Preparing the worl`s rice bowe for the next century. Philippines: IRRI, 1994.
- IRRI. Rice facts. Philippines: IRRI, 1997.
- IRRI. Standar Evaluation System for Rice. Los baños, Filipina: IRRI, 1996.
- IRRI. Program Report for 1992. Los Baños Laguna Philippines: research programs upland rice ecosystem. in. Newsletter, abril 1993, n° 3, pp. P: 97-118.
- JENNINGS, P.; BERRIO, L.; TORRES, E. y CORREDOR, E. Foro Arrocero Latinoamericano. Cali, Colombia: CIAT, 2002. pp. 10-13.

- KHUSH, G. increasing the genetic yield potential of rice: prospects and approaches: international rice commission. Newsletter, junio 1994, nº 43, pp. 1-8.
- KHUSH, G. IX Conferencia Internacional de arroz para América Latina y el Caribe. V Reunión Nacional de Pesquisa de arroz: aumento del potencial genético de rendimiento del arroz. Perspectivas y métodos. En: arroz en América latina perspectivas para el incremento del potencial productivo. GIANIA, Brasil: EMBRAPA, 1995.
- KIM, U. y SHIN, H. Rice Allelopathy: en: m. olfodotter, ed. proc. of the workshop on allelopathy in rice. Manila (Philippines): IRRI, 1992. pp. 39-44.
- LANCERAS, J.; HUANG, Z.; NAIVIKUL, O.; VANAVICHIT, A. y RUANJAICHON, V. Mapping of genes for cooking and eating qualities in Thai jasmine rice (KDML105). DNA. Newsletter, septiembre 2002, nº 7, pp. 93 - 101.
- LEÓN, J. L. y CARRERES, R. Calidad del arroz: criterios para una adecuada valoración. Vida Rural, marzo 2002, nº 145, pp. 38 - 40.
- LIVORE, A. Calidad Industrial y culinaria del arroz. IDIA XXI, junio 2004, nº 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. Universidad Central de Venezuela: Facultad de Agronomía, 2002. h. 80.
- LÓPEZ, L. Cereales: arroz. Cultivo herbáceos. Madrid: Mundi - Prensa, 1991. p. 419.
- 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. Cali, Colombia: CIAT, 2007. pp. Cap. 15: 297-317.
- MARTÍNEZ, J. Instructivo Técnico del Arroz: rendimiento agrícola y afectaciones por vaneos. Instituto de Investigaciones del Arroz: Cuba, 2000.
- MARTÍNEZ, J. y VERGARA, D. Instructivo técnico del arroz: capítulo 6: sanidad vegetal. Cuba: IIA, 2003.
- MARTÍNEZ, M. A. Las Lombrices de tierra y su papel en los Agroecosistemas Tropicales. Agricultura Orgánica, mayo 2002, Vol. 6, nº 1.
- MINAGRI. Instructivo Técnico del Arroz. Unión CAI del Arroz. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 1999.
- MINAGRI. Instructivo Técnico del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2009. p. 113.

- MOLINA, J. "Manejo de los insectos plagas del arroz" [en línea]. México, 10 abril 2001 [Consulta: 06 diciembre 2011]. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/heinrich.htm>.
- MORGAN, J. M. Drought Resistance in Cereals: physiological traits for drought resistance p.53-64. Published for ICSU Press by C. A. B. International: Edited by F. W. Baker. I, 1989. p. 221.
- OKCHASHI, F. y FUJIMAKI, T. Plant. Nutr: identification and evaluation of toxicity of rice root elongation inhibitors in flooded soil with added wheat straw. Soil. Sci, febrero 1980, nº 36, pp. 97-103.
- 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. Cap. 17: 255 - 374.
- PADMAVATHI, N.; MAHADEVAPPA, M. y REDDY, O. Asociación of Various yield components in rice (*Oryza sativa* L.). Rice Abstracta, septiembre 1998, Vol. Vol. 21, nº No. 1, p. p. 4.
- PÉREZ, R.; CHATEL, M. y GUIMARÃES, E. P. Avances en el Mejoramiento Poblacional en Arroz: mejoramiento población de arroz en cuba: situación actual. Cali, Colombia: CIAT, 2000. pp. Primera edición, p. 131 - 134.
- PULVER, E. P. FORO Arroceros Latinoamericano: manejo de cultivo en el FLAR. Newsletter, abril 2002, Vol. Vol.8, nº No. 2, pp. Ejemplar 15, p. 20 - 21.
- RANGEL, P. H.; ZIMMERMANN, F. 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 CNPF. Brasil: Gianni, 1991. p. p.243 - 244.
- RANGEL, P.; CORDEIRO, A.; BRONDANI, C.; RPV, S.; LOPES, S.; MORAIS, O.; SCHIOCCHET, M.; YOKOYAMA, S.; BACHA, R. y ISHIY, T. Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina: avances en el mejoramiento poblacional de arroz de riego en brasil. Brasil: GIANIA, 2003. pp. Cap 9: 151-198.
- RODRÍGUEZ, A. T.; RAMÍREZ, M. A.; RAMONA, M. y C, M. Comparación de la actividad antifúngica de los productos derivados de quitina sobre el hongo *Pyricularia grisea* [CD-ROM]. Estación Experimental del arroz, Los Palacios Pinar del Río, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 09 noviembre 2002 [Consulta: 12 abril 2012].
- RODRÍGUEZ, H. y NASS, H. Las enfermedades del arroz y su control [en línea]. Estación Experimental Portuguesa: CENIAP, 04 marzo 1991 [Consulta: 20 octubre 2011]. Disponible en: Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/arroz.htm/>.

- SAMAYOA, A. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización: logros y perspectivas de la investigación sobre el arroz en México. Cali, Colombia: CIAT, 1991. pp. pp. 67-75.
- SANO, V. In. Science of the plant. Volume three Genetics: inheritance of physiological characters pag 344-469. Tokio, Japan: Edited by Tanake Matsuo et al. Food and Agriculture Policy Research Center Tokyo, 1997. p. 1008p.
- SAVARY, S. Evaluar los daños causados por los desbastadores del arroz en Asia Tropical para establecer prioridades de lucha, Instituto de Recherche pour le Developpement (IRD). Centre de Biologie et de Gestión des Populations,PARIS, noviembre 2000, nº 109.
- SCOTT, N.; COLE, C.; ELLIOTT, E. T. y HUFFMAN, S. Soil texture control on decomposition and soil organic matter dynamics. Soil Sci. Soc. AM. J, febrero 1996, nº 60, p. 1102 - 1109.
- STEVENSON, F. J. The Nitrogen cycle in soil:Global and ecological aspects. en: Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York: John Wiley and Sons. Inc, 1986. pp. pp. 106-154.
- SUÁREZ, E.; DEUS, J. E.; PÉREZ, R.; ALFONSO, R.; HERNÁNDEZ, R.; ÁVILA, J.; HERNÁNDEZ, J. L.; PULDON, V.; DUANY, A.; REINOSO, J.; MESA, H. y RODRÍGUEZ, S. Mejoramiento Genético del Arroz mediante inducción de mutaciones. Revista Cubana del Arroz, mayo 2000, Vol. Vol. 2, nº 3, pp. p. 17 - 23.
- TROUCHE, G. Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América L atina: 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. Cap 6: 101-115.
- ZAPATA, F. J. y IZQUIERDO, J. "Reunión de la Comisión Internacional de Arroz": la producción de arroz en América latina y el caribe: logros, posibilidades y desafíos. In. Roma, Italia: IRC: 94, 1994. pp. pp. 2-9.