



UNIVERSIDAD
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"
SANCTI SPÍRITUS

Trabajo de Diploma

TÍTULO: Comportamiento de dos tecnologías y densidades de siembra directa en el cultivo de arroz de aniego.

AUTOR: Yoandy Lazo Rodríguez

TUTOR: Ing. Ridelmis Rodríguez Hernández

Año 2012

"Año 54 de la Revolución"

RESUMEN

En la Estación Experimental de Granos "Sur del Jíbaro" en Sancti Spíritus, se desarrolló un estudio en las campañas de Primavera 2008 y 2009 con dos tecnologías de siembra directa (en hileras y a voleo) y cuatro densidades de siembra en cada una: 120, 70, 50 y 35 kilogramos de semilla por hectárea, para evaluar el comportamiento de las mismas frente al Manchado del Grano y los rendimientos agrícolas de cada una de ellas. Este experimento fue montado sobre un suelo Gley Vértico correspondiente a la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández, 1999), el mismo fue sembrado en fangueo, en parcelas de $3 \times 30 = 90 \text{ m}^2$ con 4 repeticiones cada tratamiento, donde se tomaron marcos de $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$ por repetición para la obtención de los resultados. Al hacer un análisis de los resultados obtenidos se demostró que la densidad de siembra influye directamente en el número de plantas y el número de panículas por metro cuadrado, la siembra directa en hileras proporciona panículas más grandes con más granos llenos y menos vanos que la siembra a voleo y que la primera influye en la disminución del manchado del grano respecto a la segunda. Las densidades de siembra en hileras estudiadas no difieren estadísticamente frente al manchado del grano y los mejores rendimientos y ganancias los obtuvo la siembra directa en hileras con una densidad de 70 kg/ha de semilla con 4.34 t/ha y 11 854,82 pesos/ha.

SUMMARY

In the Grains Experimental Station "Sur del Jíbaro" in Sancti Spíritus province, a study developed in the spring campaigns in 2008 and 2009 with two technologies about direct seedling (in arrays and volley) and four densities for technology: 120, 70, 50 and 35 kilograms per hectare, to evaluate this technologies and densities in front of the grains spotted and the agricultural yields. This experiment was mounted on a floor Gley Vértico corresponding to the new version genetic classification in Cuban soil (Hernández, 1999), the same one was sowed in soil prepared with water and hand tractor with rotovator, in plot with $3 \times 30 = 90 \text{ m}^2$ with 4 repetitions each treatment, we taked one sample about $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$ for repetition to obtained the results. When making an analysis from obtained results, it was demonstrated that the density give influences directly in the plants number and the panicles number for square meter, the direct arrays seedling provides bigger panículas with more full grains and less vain grains than volley seedling and the first tecnologia give more influences in the spotted decrease and the grain regarding the second one. The densities arrays seedling studied they don't differ statistically in front of the spotted grains; the best yields and better earnings was obtained the direct arrays seedling with 70 kg/ha density seed with 4.34 t/ha and 11 854,82 \$/ha.

INDICE

| CAPÍTULOS | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN ----- | 1 |
| Breve Reseña del cultivo y antecedentes | 1 |
| Problema Científico | 3 |
| Objetivos general y específicos | 3 |
| Hipótesis | 4 |
| 1- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ----- | 5 |
| 1.1 Breve Reseña del cultivo | 5 |
| 1.2 Morfología y Taxonomía | 9 |
| 1.3 Aspectos fisiológicos | 11 |
| 1.4 Enfermedades | 12 |
| 1.5 Manchado del grano | 15 |
| 1.6 Principales elementos tecnológicos | 16 |
| 2- MATERIALES Y METODOS ----- | 23 |
| 2.1 Lugar de realización del trabajo | 23 |
| 2.2 Tratamientos evaluados | 23 |
| 2.3 Labores realizadas. | 23 |
| 2.3.1 Preparación de suelo y siembra | 23 |
| 2.3.2 Fertilización. | 24 |
| 2.3.3 Riego, control de plagas y malezas | 24 |

| | |
|--|----|
| 2.3.3.1 Riego | 24 |
| 2.3.3.2 Control de malezas | 24 |
| 2.3.3.3 Control de plagas | 25 |
| 2.3.4 Evaluaciones | 25 |
| 2.3.5 Procesamiento estadístico utilizado. | 26 |
| 3- RESULTADOS Y DISCUSIÓN ----- | 27 |
| CONCLUSIONES ----- | 34 |
| RECOMENDACIONES ----- | 35 |
| BIBLIOGRAFÍA ----- | 36 |

INTRODUCCIÓN

Breve Reseña del cultivo y antecedentes

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).

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).

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 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). La organización hizo esta afirmación en el marco de una conferencia internacional en Roma, que ha reunido a numerosos expertos para discutir y promover la producción mundial de este cereal y su comercialización. Este grano es el alimento básico de más de la mitad de los habitantes del mundo.

Actualmente el arroz se cultiva bajo dos sistemas; el estatal e industrial y el no especializado denominado "Arroz Popular", con muy diversas tecnologías, ecosistemas y conceptos de explotación de la tierra (Alfonso et al., 2002).

El Movimiento de Popularización del Arroz se potenció a mediados de la pasada década, ante el déficit del alimento en el mercado, por la falta de recursos para las empresas especializadas. Más de 176 mil personas practican en Cuba esta agricultura, quienes consiguieron 245 mil toneladas en el 2003. (Tejera, 2004).

Teniendo en cuenta que el período de siembra del arroz abarca tanto la época seca como la de lluvia, es necesario aplicar tecnologías de preparación de suelos para ambas condiciones; además se presentan diferentes condiciones en los suelos como son desórdenes nutrimentales, mezclas varietales, especies de malezas y salinidad que requieren labores específicas dentro de las tecnologías de preparación de suelos (García et al. 2002).

Madrugá (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 propone 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 el planeta. La producción nacional solo satisface un poco más del 50 % de las necesidades por lo que se ve obligado a completar con importaciones.

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”**.

Por otra parte, el gobierno, con el objetivo de dar una respuesta a la necesidad de alimento de la población, se ha proyectado en 15 subprogramas alimentarios dentro de los cuales se encuentran el de popularización del arroz, lo que trae consigo que un gran porcentaje de nuestra población se esté dedicando al desarrollo de este cultivo en pequeñas parcelas, con vista a garantizar el autoconsumo familiar, los que a pesar de utilizar en gran parte de los casos técnicas rudimentarias y casi totalmente empíricas, han obtenido resultados aceptables en la producción del cereal; aunque aún distan de la potencialidad de las variedades existentes en explotación: estas siembras se han ejecutado tanto en seco como en lámina de agua o fanguero, así como de forma directa y por trasplante (Cuba, 1999).

La siembra a voleo se emplea en cualquiera de las tecnologías de preparación de suelo, realizándose manualmente en áreas pequeñas y en áreas grandes con máquinas o avión. Cuando se use la tecnología seco – fanguero, seco – desinfección o fanguero doblaje se utiliza semilla pre – germinada. La siembra en hilera a chorrillo se realiza con la máquina sembradora o manualmente (García et al., 2002).

Problema Científico

Por todo lo antes expuesto hemos determinado dar respuesta al siguiente **Problema Científico:**

En la siembra directa a voleo en arroz de aniego resulta difícil realizar muchas actividades fitotécnicas, esto trae consigo afectaciones en los rendimientos agrícolas, por tanto, se hace necesario buscar alternativas para solucionar este problema.

Objetivos general y específicos

Tiene como **Objetivo General**

Determinar de las variantes de siembra directa a voleo y directa en hileras; cual presenta un mejor comportamiento sobre los rendimientos agrícolas en arroz de aniego.

De este objetivo general se derivan los siguientes **Objetivos Específicos:**

- ✓ Evaluar el comportamiento de las dos variantes de siembra directa (a voleo y en hileras) frente al manchado del grano.
- ✓ Evaluar el comportamiento de diferentes densidades de siembra directa frente al manchado del grano.
- ✓ Determinar con cual de las dos variantes de siembra directa (a voleo y en hileras) se obtiene el mayor rendimiento agrícola.
- ✓ Determinar con cual de las densidades de siembra directa se obtiene el mayor rendimiento agrícola.

Hipótesis

Nos trazamos la siguiente **Hipótesis:**

Al realizar la siembra directa de arroz en hileras se aminoran considerablemente los problemas de siembra directa a voleo y se incrementan los rendimientos agrícolas.

1-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Breve Reseña del cultivo

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 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 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). La organización hizo esta afirmación en el marco de una conferencia internacional en Roma, que ha reunido a numerosos expertos para discutir y promover la producción mundial de este cereal y su comercialización. El encuentro de especialistas forma parte de una campaña para promover el desarrollo de este cultivo

con motivo del Año Internacional del Arroz. Este grano es el alimento básico de más de la mitad de los habitantes del mundo.

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).

En los países de Asia tropical el laboreo de tierras húmedas es un procedimiento habitual. El método tradicional de labranza para el arroz de tierras bajas es el arado y el fangueo, siendo este último muy importante, pues permite el fácil trasplante (FAO, 2004).

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.

El arroz se cultiva en Cuba desde el año 1750, pero comenzó su desarrollo en gran escala a partir del año 1967. Este cereal ocupa un lugar importante en la dieta del cubano, con un consumo anual de 40 Kg per cápita, lo cual, según reportes de la FAO sitúan al país entre los mayores consumidores de América Latina (Hernández, 1999).

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).

Madruga (2004) expresó que aumentar las producciones arroceras sobre la base de mayores rendimientos, junto con una mayor calidad de este grano, es de los objetivos que se propone 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 este cereal el planeta. La producción nacional solo satisface un poco más del 50 % de las necesidades por lo que se ve obligado a completar con importaciones.

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”**.

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).

El arroz constituye la dieta básica del cubano lo que obliga a nuestro estado a la utilización de grandes sumas en moneda libremente convertible para poder satisfacer la demanda del pueblo en base a importaciones, donde la mayor parte de las veces los precios resultan sumamente altos y en ocasiones se dificulta aún obtener el abastecedor; durante el período 1986 – 1990, el mercado internacional del arroz solamente comercializó alrededor de 12.5 millones de toneladas de arroz blanco, lo que equivale escasamente al 3.9 % de la producción mundial (Cuevas, 1991).

El monocultivo del arroz, arruina la fertilidad de los suelos, favorece el desarrollo de las plagas, provoca la salinización y las cosechas se hacen no rentables (Díaz, 2004). Por ser el arroz la dieta básica del cubano, su producción y comercialización es una necesidad vital, por ahora insustituible (Madruga, 2004; Alemán, 2005).

El programa de producción de arroz no especializado (Popular), surgió en la década del 90 en el contexto de las dificultades económicas por lo que atravesó el país y que provocó la limitación de las posibilidades productivas del sector especializado (diseñado para la producción a gran escala con el empleo masivo de la mecanización, quimización, etc). En consecuencia con ello el programa se ha basado en el empleo de bajos insumos, el estímulo al cultivo a pequeña y mediana escala, con la participación de cooperativas, productores individuales o instituciones estatales (Alemán et al., 2002).

La producción de arroz consumo creció entre 1996 – 2001 en 1.74 veces, influido por el incremento del área de siembra en 24% y los rendimientos agrícolas en 25%. Al mismo tiempo, los precios del arroz en los mercados agropecuarios descendieron entre 1994 – 2001 en 60% (Alemán et al., 2002).

Según Angladette (1969), Jouzier dio la definición siguiente de la noción de un sistema de cultivo: “El hombre y la naturaleza se consideran como los dos agentes asociados de la producción, el sistema de cultivo es una combinación que regula la medida y el modo según los cuales deben intervenir cada uno de los dos agentes de la producción”.

Por otra parte, el gobierno, con el objetivo de dar una respuesta a la necesidad de alimento de la población, se ha proyectado en 15 subprogramas alimentarios dentro de los cuales se encuentran el de popularización del arroz, lo que trae consigo que un gran porcentaje de nuestra población se esté dedicando al desarrollo de este cultivo en pequeñas parcelas, con vista a garantizar el autoconsumo familiar, los que a pesar de utilizar en gran parte de los casos técnicas rudimentarias y casi totalmente empíricas, han obtenido resultados aceptables en la producción del cereal; aunque aún distan de la potencialidad de las variedades existentes en explotación: estas siembras se han

ejecutado tanto en seco como en lámina de agua o fangueo, así como de forma directa y por trasplante (Cuba, 1999).

Según Instituto de Investigaciones del Arroz (1998), los estudios efectuados sobre el período crítico del arroz por las malezas han permitido establecer que el mismo se encuentra entre 30 – 45 y 45 – 60 días de germinado en las campañas de primavera y frío, respectivamente, los resultados indican la necesidad de mantener libre de malezas el cultivo los primeros 45 a 60 días después de germinado, respectivamente, para alcanzar los máximos rendimientos y disminuir los costos de producción, las investigaciones realizadas sobre los umbrales económicos de las principales malezas de arroz en Cuba, permiten establecer criterios y uno de ellos y de gran efectividad es mediante la tecnología de trasplante, eliminando el brote de malezas debido a la lámina existente de agua.

2.2 Morfología y Taxonomía

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).

La vida de la planta de arroz se caracteriza por tener dos fases, la fase de crecimiento vegetativo y la fase de crecimiento reproductivo, el crecimiento vegetativo está

directamente condicionado por el mantenimiento de la vida de la planta y se subdivide en dos estadios: la de plántula y la de ahijamiento y la fase de crecimiento reproductivo está relacionado con la progenie de los descendientes y se subdivide a su vez en dos etapas: la formación de la joven panícula (desde la fase de diferenciación del primordio hasta el momento de la floración) y la fase de maduración (desde el momento de la floración hasta la maduración) (JICA, 2006; Murchie y col., 2002).

El arroz (*Oryza sativa* L.) representa la cuarta parte del total de calorías que consumen los humanos a escala mundial (Carreño, 2004).

De Datta (1981) planteó que respecto a su exigencia hídrica, el arroz presenta una amplia gama de situaciones, las que van desde el secano (abastecimiento solamente por la pluviosidad) hasta el cultivo flotante, con láminas hasta de cinco metros de agua.

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.

1.3 Aspectos fisiológicos

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 (Vergara et al., 1990, Kim, J. K., 1992).

Según Kim J. K. (1990), Choi y Kwon (1985) un bajo número de hijos pueden asegurar también un número alto de haces vasculares, alto número de granos de alta densidad, caracteres que se requieren para alcanzar altos rendimientos en condiciones de siembra directa, regulando la densidad hasta niveles óptimos.

La duración del ciclo puede constituir un factor importante para la obtención de altos rendimientos, lo cual ha sido objeto de estudio de diversos autores, quienes han encontrado una correlación alta y positiva entre ellos (Rajeswari y Nadarajan, 1998).

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

Jennings et al., (1981) expresaron que las plantas con buen vigor vegetativo inicial son deseables sí tal vigor no conduce a un crecimiento excesivo y al sombreo mutuo después de que comienzan a formarse las panículas.

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).

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).

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).

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).

Tashiro et al., (1980) encontraron que una menor cantidad de luz disponible durante el llenado del grano disminuye la producción de materia seca y la acumulación de ésta en el grano.

1.4 Enfermedades

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).

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).

La Piriculariosis (*Pyricularia grisea*), 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).

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).

El hongo *Pyricularia grisea* 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).

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).

El cultivo cuando se siembra con altas densidades de siembras produce plantas débiles y susceptibles al volcamiento, a los ataques de enfermedades y plagas, especialmente *Rhizoctonia solani*, también las altas densidades combinadas con siembras al azar influyen en que la incidencia de factores ambientales como la luz y el viento no sea homogénea. Por el contrario existen numerosos estudios que demuestran que una densidad de siembra adecuada en hilera produce plantas capaces de aportar mayor rendimiento (FUNDARROZ, 2005).

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).

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 los 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).

1.5 Manchado del grano

Es el efecto de un complejo de agentes causales, con la siguiente participación: *Helminthosporium oryzae*; *Phyllosticta sp*; *Rhynchosporium oryzae*; *Alternaria padwicki*; *Curvularia*. Otros patógenos involucrados son: *Piricularia*, *Cercospora*, *Dreschlera*, *Sarocladium* y las bacterias *Pseudomonas sp.* y *Erwinia sp.* Este complejo afecta el grano en la disminución del peso (hasta 40%), la germinación (26–41 %) y el llenado de los Granos (30%) (MINAGRI, 1999).

El manchado del grano es una de las enfermedades de importancia en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) debido a la reducción que ocasiona en la cantidad y/o calidad industrial de la producción del cereal para su consumo, al deterioro que causa en la semilla como material de siembra, y a la capacidad que poseen sus agentes causales de transmitirse a través de estas a las posteriores plántulas e incrementar así su afectación, con la consecuente disminución del rendimiento del cultivo (Gutierrez y col. , 2001).

Entre las estrategias seguidas para el control de *Fusarium sp.* y de la mayoría de los hongos relacionados con el manchado, se incluyen el uso de variedades resistentes, las prácticas culturales adecuadas y el control químico. En Cuba se lleva a cabo fundamentalmente esta última, con la aplicación foliar de fungicidas químicos comerciales, en varias etapas durante el ciclo del cultivo y en el tratamiento de semillas previo a la siembra (Cordero y Rivero, 2001).

El manchado del grano es una enfermedad que afecta componentes del rendimiento y la calidad de las semillas y es causada por un complejo de microorganismos,

mayormente hongos, los que varían por regiones, épocas de siembra y años (Gutiérrez y col, 2002). En Cuba se han notificado 99 especies asociadas a la semilla de arroz (Neninger y col., 2003).

Debido a cambios coyunturales como el derrumbe del campo socialista, surgió la necesidad de reordenar el desarrollo arrocero. En respuesta a esta situación, se comenzó a introducir propuestas de alternativas entre las que se destacan tecnologías no convencionales, las que además de sustituir una parte importante del fertilizante mineral nitrogenado, mejoran la fertilidad del suelo, con su consiguiente beneficio al medio ambiente (Meneses et al., 2002).

1.6 Principales elementos tecnológicos

Han existido otros tipos de cultura en la producción arrocera nacional que han estado arraigados a través de los años dentro de nuestro campesinado, lo que a pesar de utilizar en gran parte de los casos técnicas rudimentarias y casi total mente empíricas han obtenido resultados aceptables en la producción del cereal; estas siembras se han ejecutado tanto en seco como en fangueo, así como de forma directa y por trasplante, según ha resultado posible. En cada uno de los métodos o tecnologías resulta necesario su conocimiento para que puedan lograrse los objetivos que necesariamente se esperan; deberá conocerse desde la más correcta pregerminación de la semilla en los casos de siembra en agua o la calidad de esta semilla, tanto para uno como para otro tipo de siembra (seco o fangueo), cosa ésta que garantiza una población correcta (IRRI, 1991).

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 para producir mayor cantidad de arroz en menor área, con menos agua y plaguicidas (IRRI, 1994).

Hernández et al. (1991) expresaron que el objetivo de los arroceros cubanos es el autoabastecimiento de este cereal, por tanto se trabaja en la introducción de tecnologías avanzadas para la explotación de más de 150 000 hectáreas.

Las futuras investigaciones sobre arroz deberán considerar la generación de tecnologías que aseguren la producción sostenida de arroz, sin olvidar el impacto de esa tecnología moderna sobre la ecología y la producción humana a medida que el cultivo se intensifique y se extienda a otras áreas (Samayoa, 1991).

Asegurar y mejorar la alimentación de la humanidad es hoy un gran reto, y hay estrategias para encararlo. Una de ellas es el desarrollo de tecnologías que incrementen, en forma considerable, la producción y el rendimiento del arroz en el mundo. En los últimos 35 años, la producción promedio por hectárea, a nivel mundial, se elevó en cerca de 80 % (de 1.8 a 3.2 t/ha) gracias a la aplicación de las nuevas tecnologías de producción (Samayoa, 1991).

Los campesinos, técnicos e investigadores involucrados en este cultivo necesitarán entender el por qué y el cómo de la producción moderna, es decir, los adelantos de la ciencia, así como la implantación de teorías nuevas acerca del cereal, como aumentar la eficiencia del fertilizante nitrogenado, disminuir los riesgos del encamado, o simplemente conocer como cultivar las variedades modernas para que tiendan a expresar sus rendimientos potenciales (Lampe, 1994).

Teniendo en cuenta que el período de siembra del arroz abarca tanto la época seca como la de lluvia, es necesario aplicar tecnologías de preparación de suelos para ambas condiciones; además se presentan diferentes condiciones en los suelos como son desórdenes nutrimentales, mezclas varietales, especies de malezas y salinidad que requieren labores específicas dentro de las tecnologías de preparación de suelos (García et al., 2002).

El Movimiento de Popularización del Arroz se potenció a mediados de la pasada década, ante el déficit del alimento en el mercado, por la falta de recursos para las empresas especializadas. Más de 176 mil personas practican en Cuba esta agricultura, quienes consiguieron 245 mil toneladas en el 2003. Aunque Camagüey espera crecer este año con más terrenos, el peso en el incremento de la producción se basará en elevar los rendimientos agrícolas. Una de las vías principales será la siembra por trasplante, técnica en la que la provincia está atrasada en relación con otros territorios de Cuba (Tejera, 2004).

Unas de las problemáticas más discutidas a lo largo de los años, en el método de siembra directa, es la densidad, la que se ha manejado indistintamente según los criterios de los productores y se ha utilizado en ocasiones de forma variable e inadecuada, trayendo consigo competencia dentro del mismo cultivo, plantas con poco desarrollo, escaso macollamiento, espigas más cortas de lo normal, aparición de plagas, deficiencias nutricionales, acame, presencia de altos índices de malezas, bajo aprovechamiento del área y como consecuencia de este mal manejo bajos rendimientos y altos costos. (Páez, 1991).

La siembra puede ser de dos formas: Directa y Trasplante (Alemán et al., 2002).

La siembra directa es compatible con la metodología del Sistema Intensivo de Cultivo Arrocerero (SICA) si la germinación es alta. Lo que es esencial es evitar traumatizar la planta durante su fase temprana para que la trayectoria de crecimiento no se dañe y no se inhiba el ahijamiento y el crecimiento de la raíz antes de la iniciación de la panícula. Contrariamente a la opinión común, un mayor ahijamiento contribuye a un rendimiento más alto (Yuan, 2002).

En arroz las siembras se ejecutan de dos modos (Sanzo et al., 2003):

- ✓ Siembra directa: cuando la semilla botánica se sitúa directamente en su lugar definitivo de cultivo.

- ✓ Siembra indirecta: cuando la semilla botánica se siembra en un semillero para trasplantarla posteriormente como postura a su área definitiva.

Dentro de la siembra directa encontramos las tecnologías a voleo y en hileras a chorrillo. La primera se emplea en cualquiera de las tecnologías de preparación de suelo, realizándose manualmente en áreas pequeñas y en áreas grandes con máquinas o avión. Cuando se use la tecnología de preparación de suelo seco-fangueo, seco-desinfección o fangueo-doblaje se utiliza semilla pregerminada. La siembra en hileras a chorrillo se utiliza en la tecnología de preparación de suelo en seco y se realiza con la máquina sembradora o manualmente (García et. al., 2002).

Actualmente el arroz se cultiva bajo dos sistemas; el estatal e industrial y el no especializado denominado "Arroz Popular", con muy diversas tecnologías, ecosistemas y conceptos de explotación de la tierra (Alfonso et al., 2002).

La obtención de buenos rendimientos, depende en gran medida del uso de la tecnología y la variedad adecuada (Castillo et al., 2001).

Según Alvarado (1996), los métodos que se utilizan en el cultivo de arroz deben estar ligado a la preparación de suelo, dosis de semilla (considerando número y distancia) y época de siembra que es un factor de manejo importante en el arrozal y es una práctica que no implica costo adicional, el comportamiento de los rendimientos varía de acuerdo a las condiciones climáticas de cada año en particular.

Días y Somapala (1998) expresaron que en Ceilán obtuvieron resultados favorables con aumento de 22 a 30% de los rendimientos no labrando en absoluto, se demostró que en suelos arcillosos se hace difícil la eliminación de las malas hierbas y conseguir plantaciones normales mediante siembra directa, no así con trasplante.

La tecnología más utilizada en las Sabanas de Campeche en México para producir arroz de riego es la siembra a voleo, con un tractor – voleadora; con una densidad de 120 a 150 kg/ha (Carballo y Ku, 1991).

En Vietnam y otros países Asiáticos se practican diferentes tipos de siembra que aún son nuevos para nuestros productores de arroz popular, los cuales describimos a continuación (Nguyen et al., 2003):

1. Siembra directa en hileras con sembradora manual, usando semilla pregerminada.

Esta siembra logra diferentes dosificaciones de 50, 75, 100, 125 y 150 kg/ha de semillas, cuya distribución es uniforme y facilita las labores de atención cultural, pero requiere una nivelación muy buena de la superficie y que el tamaño de los brotes y raíces no exceda de 2 mm.

2. Voleo de posturas.

El semillero se prepara en bandejas plásticas (cepellón) con diferentes tipos de sustratos de suelo con materia orgánica o simplemente fango; cada bandeja tiene una dimensión de 60 X 35 cm y 561 orificios cónicos. Para sembrar un cordel² se necesitan de 2.5 – 3.0 kg de semilla seca y de 32 – 35 bandejas. A los 14 –15 días de germinada se volarán las posturas a una altura de 3 – 4 metros en un suelo bien preparado en fanguillo y drenado, el peso de la tierra en las raíces ayudará a que las posturas caigan en posición vertical.

3. Trasplante con posturas jóvenes obtenidas de semillero en piso duro.

Se coloca un sustrato de tierra con materia orgánica o simplemente fango con un espesor de 2 – 3 cm sobre hojas de plátano o un nylon; se emplearán de 1.0 a 1.5 kg/m² de semillas pregerminadas. Cuando las posturas posean 2.5 – 3.0 hojas (13 a 14

días después de la germinación) se despegarán del nylon junto con el sustrato de 2 – 3 posturas por plantón, colocándose suavemente en fanguillo bien drenado.

Se ha demostrado que la reducción de la distancia entre surcos y entre plantas reduce el tamaño, la infestación de malezas y un aumento del rendimiento hasta un límite, a partir del cual disminuye el rendimiento en el arroz (Johoson, 1991).

Las siembras pueden ser en líneas o a voleo, con semillas directas o trasplantando las posturas sobre el terreno húmedo o inundado. Las siembras en hileras separadas a 15 – 20 cm facilitan el cultivo mecánico sin necesidad de herbicidas y son las más empleadas en el arroz popular. Las siembras a voleo requieren de una lámina de agua costosa permanente para controlar las malezas y de recursos para la mecanización y los herbicidas, pero necesitan menos mano de obra manual, la que escasea muchas veces en las diferentes regiones del país. Muchos productores de Centro América y Asia están utilizando sembradoras a chorrillo tiradas manualmente para la siembra directa en líneas en normas de 60 – 100 kg/ ha, porque la labor de trasplante necesita de abundante mano de obra para preparar los semilleros, arrancar las posturas, trasportarlas con cuidado y surcar el suelo para luego colocarlas con precisión sobre el suelo húmedo e inundado y la mecanización de esta labor es complicada. Las siembras mecanizadas en línea favorecen una mejor uniformidad de distribución de las semillas y se logra una maduración pareja de los granos para realizar una cosecha de mejor calidad (González, 2005).

Para la siembra las máquinas deben ser previamente calibradas, cuidando que no se causen daños a las semillas y se distribuya la cantidad requerida sobre el terreno de manera uniforme y de acuerdo con la profundidad adecuada. Las sembradoras que se seleccionen deberán poseer los órganos que garanticen una uniformidad superficial de las semillas después de ser depositadas sobre el suelo, para que exista una población de plantas adecuadas y no sean necesarias las resiembras manuales. (la lámina de agua debe ser la mínima que permita la nivelación de la parcela o terraza, para lograr el

contacto adecuado de la semilla con el suelo, mejorando las posibilidades de hidratación. (González F, 2003).

2-MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de realización del trabajo

La investigación fue realizada en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”, municipio La Sierpe, Provincia Sancti Spíritus, en las campañas Primavera 2008 y 2009, sobre un suelo Gley Vértico correspondiente a la última clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández, 1999).

2.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos se describen a continuación:

| No. | Tratamientos | Densidades (kg/ha) |
|-----|-----------------------------|--------------------|
| 1 | Siembra directa en hileras. | 120 |
| 2 | Siembra directa a voleo. | 120 |
| 3 | Siembra directa en hileras. | 70 |
| 4 | Siembra directa a voleo. | 70 |
| 5 | Siembra directa en hileras. | 50 |
| 6 | Siembra directa a voleo. | 50 |
| 7 | Siembra directa en hileras. | 35 |
| 8 | Siembra directa a voleo. | 35 |

2.3 Labores realizadas.

2.3.1 Preparación de suelo y siembra

La preparación de suelo se realizó en seco-fanguero; primeramente se dio la rotura con el arado integral ADI-3 y posteriormente se dió un pase de grada mediana y otro de grada ligera, se finalizó dando un pase de fanguero con el tractor Vietnamita de 12 HP con rotovalor, dejando el suelo en un fanguillo y nivelándolo manualmente con cepa de plátano y una guataca, o con rastrillos, ya listo para la siembra.

La variedad de arroz utilizada fue la IACuba-31 de ciclo corto, la misma fue sembrada en parcelas de 3 m X 30 m = 90 m², de las formas siguientes:

1. Siembra directa en hileras.

Se pregerminó la semilla y para la siembra se utilizó la sembradora manual Vietnamita con seis tambores de dos hileras cada uno, la densidad de siembra se reguló tapando o dejando abiertas cierta cantidad de hileras en dependencia de la densidad deseada por tratamiento.

2. Siembra directa a voleo.

Se pregerminó la semilla y se sembró a voleo manualmente a la densidad deseada según los tratamientos.

2.3.2 Fertilización.

En todos los tratamientos se suministró N,P,K, según lo establecido para la variedad y la época de siembra (Primavera) por los Instructivos Técnicos del Arroz (2005).

2.3.3 Riego, control de plagas y malezas

2.3.3.1 Riego

Se realizaron 3 riegos cada 6 días hasta establecer la lámina de agua a los 18 días después de la germinación del cultivo.

2.3.3.2 Control de malezas

Las malezas gramíneas y dicotiledóneas fueron controladas cuando presentaron 3-4 hojas con el herbicida *Bispiribac sodio* (Nominee) a una dosis de 0.1 litro por hectárea de producto comercial.

La *Heteranthera Limosa* (Malanguita) y las ciperáceas fueron controladas con los herbicidas: *Metsulfuron-metil* (Ally) y *Pyrazosulfuron-metil* (César) a una dosis de 0.015 y 0.400 kilogramos por hectárea de producto comercial, respectivamente. a los 18 días de la germinación.

Estas aplicaciones de herbicidas se realizaron dos días antes del riego según correspondiese para el completamiento del control de malezas con el aniego de herbicidas.

2.3.3.3 Control de plagas

Para el control de la *Spodoptera frugiperda* (Palomilla) que hizo presencia en la campaña de Primavera a los 13 días de germinado el arroz, se utilizó la lámina de agua, inundando el campo y tapando totalmente el arroz por un período de tiempo de 24 horas (segundo pase de agua).

Otra plaga que incidió en el cultivo fue la chinche de la espiga, *Oebalus insularis*, la cual fue controlada con *Lambda cialotrina* (Cipermetrina) a una dosis de 0.5 litros por hectárea de producto comercial, para lo cual se realizaron dos aplicaciones en fase de llenado del grano con 10 días entre una y otra.

Para las enfermedades no se aplicó ningún control por ser objeto de evaluación de este trabajo.

2.3.4 Evaluaciones

Para la obtención de los resultados de este estudio se tomaron cuatro marcos por tratamiento de $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$, a los cuales se le realizaron las evaluaciones siguientes:

- ✓ Número de plantas por metro cuadrado: Se contaron las plantas existentes por metro cuadrado.
- ✓ Panículas por metro cuadrado: Por cada marco tomado de 9 m^2 , se tomó 1 m^2 y se contaron las panículas del mismo.
- ✓ Longitud de las panículas: Se midieron en centímetros cinco panículas por cada marco desde la base hasta el último grano en la punta.
- ✓ Granos llenos por panícula: De las 160 panículas tomadas en las muestras (20 panículas por tratamiento) se contaron los granos llenos.

- ✓ Porcentaje de vaneos: El porcentaje de vaneos se determinó, multiplicando los granos vanos por el total de granos de cada panícula (llenos y vanos) y dividiendo el resultado entre 100.
- ✓ Manchado del grano: Se evaluó mediante una escala (Escala de Evaluación del CIAT, 1984) después que el arroz estuvo maduro, tomando una muestra de 100 gramos por cada marco tomado en el muestreo.
- ✓ Rendimiento agrícola: Se llevó al 14 % de humedad el arroz de los cuatro marcos muestreados en el momento de la cosecha por cada tratamiento, la cual fue medida en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”. Posteriormente se pesaron y se llevaron los resultados de kilogramos por 9 m² a toneladas por hectárea.

2.3.5 Procesamiento estadístico utilizado.

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente con el programa SPSS Versión 15.0 para Windows en español, según Análisis de Varianza y en los que se obtuvo significación se docimaron sus medias a través de la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de significación (Loma, 1969; Lerch, 1997).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la Figura 1, de las cuatro densidades estudiadas la de mayor número de plantas por metro cuadrado fue la de 120 kg de semilla por hectárea, existió diferencia estadística entre las cuatro densidades.

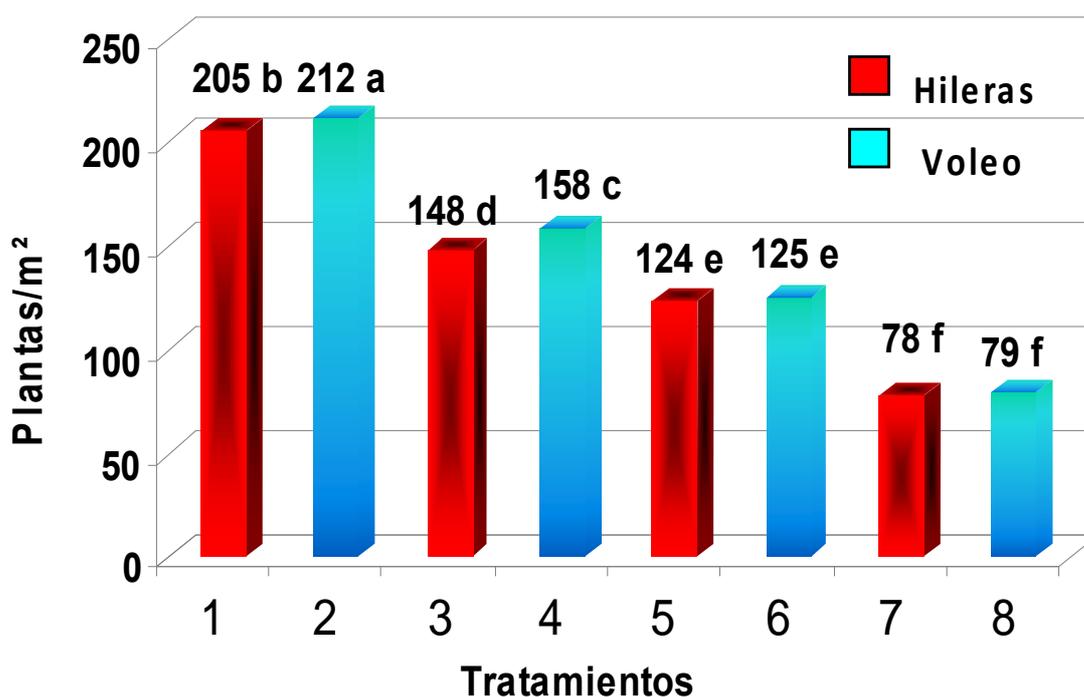


Figura 1. Número de plantas por m².

En cuanto a las tecnología en hileras y a voleo, solamente existieron diferencias significativas entre ellas en las densidades de 120 y 70 kg/ha, las de 50 y 35 fueron similares estadísticamente.

En la Figura 2 se muestra el número de panículas por m², este parámetro se comportó superior en ambas tecnologías de siembra directa (hileras y voleo) en la densidad de siembra de 120 kilogramos por hectárea, aunque con diferencia significativa entre ellas y con el resto de las densidades estudiadas.

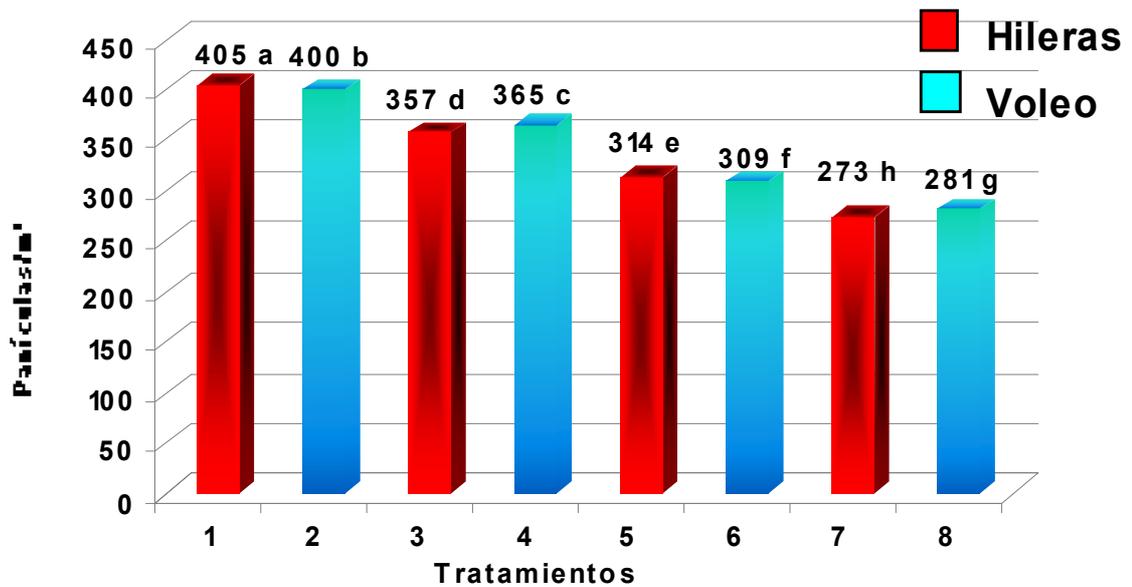


Figura 2. Panículas por m²

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).

La longitud de la panícula es otro parámetro evaluado y como muestra la Tabla 2, las panículas más pequeñas fueron las del tratamiento 2 (A voleo con 120 kg/ha) con 23.0 centímetros de longitud, con diferencia significativa con los demás tratamientos.

Los mayores valores fueron alcanzados por las menores densidades de siembra de 35 kg/ha de semilla (Tabla 2), tanto en la tecnología de siembra en hileras (25.8 cm.) como a voleo (25.6 cm.), sin diferencia estadística entre ellas, pero si de estas con las demás densidades.

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).

Tabla 2. Comportamiento de la longitud, granos llenos y porcentaje de vaneo por panícula.

| Trat | Tratamientos | Longitud por panícula (cm) | Granos llenos por panícula | % de vaneo |
|-------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 1 | En hileras (120 kg/ha) | 23.7 d | 103.2 e | 20.5 ab |
| 2 | A voleo (120 kg/ha) | 23.0 e | 92.4 f | 20.7 a |
| 3 | En hileras (70 kg/ha) | 24.9 bc | 114.3 c | 19.5 cd |
| 4 | A voleo (70 kg/ha) | 23.8 d | 110.7 d | 20.0 bc |
| 5 | En hileras (50 kg/ha) | 25.1 b | 121.2 b | 19.2 d |
| 6 | A voleo (50 kg/ha) | 24.8 c | 119.8 b | 18.1 e |
| 7 | En hileras (35 kg/ha) | 25.8 a | 127.2 a | 15.9 f |
| 8 | A voleo (35 kg/ha) | 25.6 a | 125.6 a | 18.3 e |

(a, b, c, d, e, f) valores con letras diferentes presentan diferencia significativa entre ellas.

El valor más alto en cuanto a granos llenos por panícula lo alcanzó la siembra directa en hileras a una densidad de 35 kg/ha de semilla con 127.2, seguida por la siembra directa a voleo (125.6) con similar densidad, sin diferencia estadística entre ellas (Tabla 2), pero si de estas con el resto de las densidades de siembra, independientemente de la tecnología de siembra utilizada.

Tashiro et al., (1980) encontraron que una menor cantidad de luz disponible durante el llenado del grano disminuye la producción de materia seca y la acumulación de ésta en el grano.

Como se aprecia en la Tabla 2, el porcentaje de vaneo más alto fue en la densidad de siembra de 120 kg/ha, independientemente del tipo de siembra realizado y sin diferencia significativa entre ellas, pero si con el resto de los tratamientos. El menor valor lo obtuvo la densidad de 35 kg/ha sembrado en hileras (15.9 %) y con diferencia estadística con todos los tratamientos estudiados.

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).

Tabla 3. Comportamiento del manchado del grano.

| Trat | Tratamientos | Manchado del Grano (%) |
|-------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | En hileras (120 kg/ha) | 3.2 b |
| 2 | A voleo (120 kg/ha) | 3.6 a |
| 3 | En hileras (70 kg/ha) | 3.0 b |
| 4 | A voleo (70 kg/ha) | 3.5 a |
| 5 | En hileras (50 kg/ha) | 3.0 b |
| 6 | A voleo (50 kg/ha) | 3.0 b |
| 7 | En hileras (35 kg/ha) | 3.0 b |
| 8 | A voleo (35 kg/ha) | 3.0 b |

(a,b) valores con letras diferentes presentan diferencia significativa entre ellas.

En la Tabla 3 se muestra el Manchado del Grano, donde las densidades de siembra de 120 y 70 kg/ha a voleo fueron las de mayor porcentaje de manchado del grano con 3.6 y 3.5 % (según la Escala de Evaluación del CIAT del 1 al 9), respectivamente, sin diferencia significativa entre ellas, pero sí con el resto de los tratamientos estudiados.

El cultivo cuando se siembra con altas densidades de siembras produce plantas débiles y susceptibles al volcamiento, a los ataques de enfermedades y plagas (FUNDARROZ, 2005).

El manchado del grano es una enfermedad que afecta componentes del rendimiento y la calidad de las semillas y es causada por un complejo de microorganismos, mayormente hongos, los que varían por regiones, épocas de siembra y años (Gutiérrez y col, 2002).

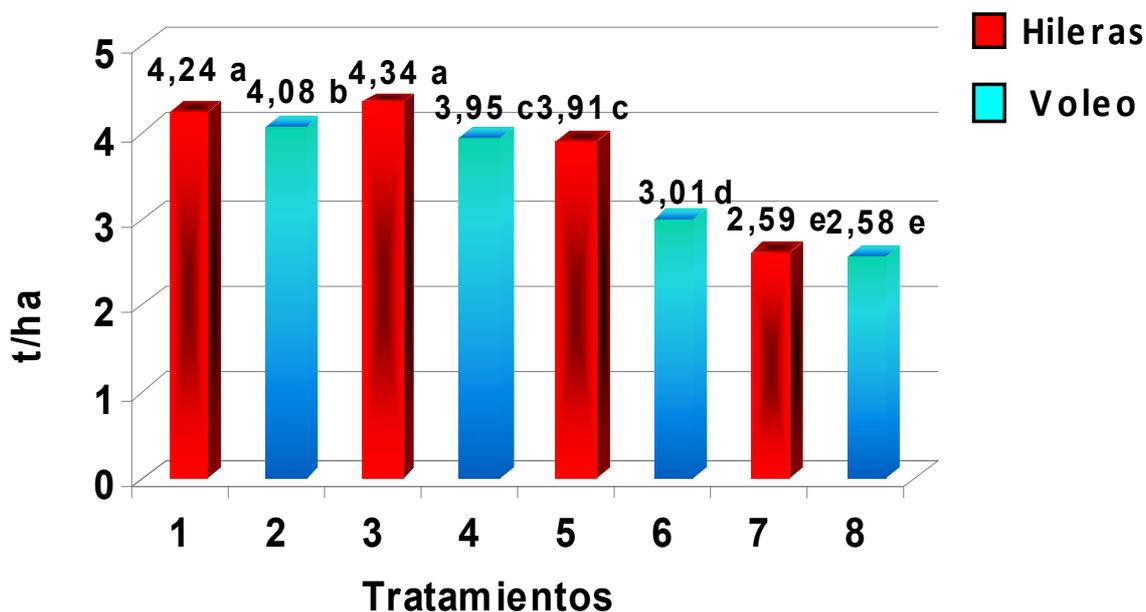


Figura 3. Rendimiento agrícola

En cuanto a los valores de rendimiento los mejores resultados los representan las siembras en hilera con densidades de 70 y 120 kg/ha, con 4.34 y 4.24 toneladas por hectárea, respectivamente; sin diferencia significativa entre ellas, pero si con las demás (Figura 3).

Existen numerosos estudios que demuestran que una densidad de siembra adecuada en hilera produce plantas capaces de aportar mayor rendimiento (FUNDARROZ, 2005).

La densidad de 35 kg/ha de semilla, tanto en la siembra en hileras como a voleo fueron los tratamientos que obtuvieron los rendimientos más bajos con 2.59 y 2.58 toneladas por hectárea, respectivamente y sin diferencia significativa entre ellos, pero si con el resto.

La obtención de buenos rendimientos, depende en gran medida del uso de la tecnología y la variedad adecuada (Castillo et al., 2001).

Teniendo en cuenta los ingresos por concepto de venta de arroz en cáscara y teniendo en cuenta la semilla utilizada en cada densidad, se puede apreciar en la Tabla 4 que el tratamiento que aporta los mayores ingresos es la siembra en hileras con 70 kg/ha de semilla con 11 854 pesos por hectárea, superando a la siembra directa en hileras con 120 kg/ha de semilla (11 278.71) en 576.11 pesos por hectárea.

Tabla 4. Comportamiento de los ingresos por concepto de venta de arroz consumo.

| Trat | Tratamiento | Rendimiento Arroz Cáscara (t/ha) | Valor Arroz Cáscara (MN/ha) | Gasto de Semilla (MN/ha) | Ganancia (MN/ha) |
|-------------|------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | En hileras (120 kg/ha) | 4.24 | 11983,09 | 704,38 | 11278,71 |
| 2 | A voleo (120 kg/ha) | 4.08 | 11530,90 | 704,38 | 10826,52 |
| 3 | En hileras (70 kg/ha) | 4.34 | 12265,71 | 410,89 | 11854,82 |
| 4 | A voleo (70 kg/ha) | 3.95 | 11163,49 | 410,89 | 10752,60 |
| 5 | En hileras (50 kg/ha) | 3.91 | 11050,44 | 293,49 | 10756,95 |
| 6 | A voleo (50 kg/ha) | 2.61 | 7376,38 | 293,49 | 7082,89 |
| 7 | En hileras (35 kg/ha) | 2.59 | 7319,86 | 205,44 | 7114,42 |
| 8 | A voleo (35 kg/ha) | 2.58 | 7291,60 | 205,44 | 7086,16 |

Los tratamientos (Tabla 4), que aportó los menores ingresos con 7 082.89 y 7 086.16 pesos por hectárea fueron las siembras a voleo con densidades de 50 y 35 kg/ha de semilla, respectivamente.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis previamente hechos de los resultados, podemos concluir que:

- ✓ La densidad de siembra influye directamente en el número de plantas y el número de panículas por metro cuadrado.
- ✓ La siembra directa en hileras proporciona panículas más grandes con más granos llenos y menos vanos que la siembra a voleo.
- ✓ La siembra directa en hileras influye en la disminución del manchado del grano respecto a la siembra a voleo.
- ✓ Las densidades de siembra en hileras estudiadas no difieren estadísticamente frente al manchado del grano.
- ✓ Los mejores rendimientos y ganancias los obtuvo la siembra directa en hileras con una densidad de 70 kg/ha de semilla con 4.34 t/ha y 11 854,82 pesos/ha.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las Conclusiones a las que se llegó sobre los resultados del trabajo, recomendamos:

1. Generalizar la siembra directa en hileras en la producción de arroz a una densidad de 70 kg/ha de semilla.
2. Ejercer la divulgación de este trabajo a través del Forum, Días de Campo con los productores.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Fidel Castro Ruz. Directivas para el período especial en tiempo de paz. Editorial Política Comité Central del P.C.C. La Habana, Cuba. 1990.
- ✓ Alfonso, R.; L. Alemán; S. Rodríguez. El Arroz de Secano para el Sistema de Arroz Popular en Cuba. Ponencia presentada en el 2do Taller Internacional de Mejoramiento de Arroz de Secano. Santa Cruz, Bolivia. 2002.
- ✓ Alfonso, R.; S. Rodríguez; Esther Ramírez; R. Pérez; Tania Obiol; E. Suárez; J. Hernández. Contribución del Mejoramiento Genético al Sistema de Arroz Popular en Cuba. Memorias. 2do Encuentro Internacional de Arroz. La Habana, Cuba. Del 10 al 12 de Julio del 2002. p 77.
- ✓ Alemán, L.; M. Socorro; R. Cabello; J. Horfford; Déborah González; G. García; J. Batista; E. Vázquez; A. Delgado; G. A. Rubí; F. Cruz y L. Romero. Impacto Actual del Programa de Producción de Arroz no Especializado (Popular). Memorias. 2do Encuentro Internacional de Arroz. La Habana, Cuba. Del 10 al 12 de Julio del 2002. p 243.
- ✓ Alemán L. Estrategia Tecnológica de la producción de arroz en el movimiento de arroz popular. En el I Encuentro Sobre Ecosistemas Arroceros, 9 y 10 de diciembre, 2005.
- ✓ Alvarado, R. y Hernaiz, L. S. Objetivo del cultivo y elementos fundamentales para el funcionamiento de este proceso productivo. Manual de producción de arroz, Chile. 1995. pp 7- 8.
- ✓ Alvarado, R. Siembra del arroz. Manual de producción de arroz, Chile. 1996. pp 43 – 44.
- ✓ Angladette, A. El arroz Barcelona, Colección agrícola tropical, Editorial Blume. 1969. pp 86 – 87.

- ✓ Carballo, D. y R. K. Noal. La Tecnología de Producción del Arroz de Riego en las Sabanas de Campeche, México. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización. 1991. p 258.
- ✓ Carreño M. El alimento de 4.500 millones de personas. En: http://www.conferenciamarista.es/publicaciones/presencia7/76/76_paginas/16nuestromundo.html. 2004.
- ✓ Castaño, J. Etiología del Manchado de Grano en Arroz de Secano en Colombia e Indonesia. Arroz. 47(413): 1998. pp 24-28.
- ✓ Castillo, D.; Ana Adelfa. H; Hernández, J.; Suárez, E.; Justa Digna H.; Mayvelin P. y Dania R. G.: "Características físicas y químicas principales del grano de las variedades de arroz comerciales que se cultivarán en Cuba en el año 2002". Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura. Boletín No1. Calidad del Grano. 2001.
- ✓ Cordero. V. y Rivero. L. E. Principales enfermedades fungosas que inciden en el cultivo del arroz en Cuba. Instituto de Investigaciones del Arroz. MINAGRI. 2001.
- ✓ Correa, V. F. and C. Martínez. 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 133-145.
- ✓ Correa, V. F; Guimarães, E.P. y Martínez, C.P.: Caracterización de la estructura genética de ***Pyricularia grisea* Sacc** para poder desarrollar variedades resistentes al Añublo del arroz. Curso de selección recurrente en arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 1997. pp 203-215.

- ✓ Cuba. Comportamiento del Sector Campesino y Autoconsumos de Empresas en la producción arroceras de 1998. Subdelegación de Popularización, MINAGRI, Sancti Spíritus. 1999.
- ✓ Cuevas, F. Palabras de bienvenida. Arroz en América Latina. Mejoramiento y comercialización. CIAT – IRRI, México. 1991. p 2.
- ✓ De Datta, S. K. Principles and practice of rice production. John Wiley and sons. USA. 1981. p 618.
- ✓ Días, I. P. and A. D. Somapala. Zero Tillage in rice cultivation. Colombo, Ceylon, Association for the advancement of Science. Folleto. p 6. 1998.
- ✓ Díaz G. S., Polón, R. y Ana M. Jaime. La rotación de cultivos, un camino a la sostenibilidad de la producción arroceras. En: Cultivos Tropicales, 2004, vol. 22, no. 3, p. 19 -44.
- ✓ FAO: “El cultivo del arroz “<http://www.rlc.fao.org>.2004
- ✓ FEDEARROZ. El arroz en Colombia y el mundo. Arroz 46(408): 1997. pp 16-46.
- ✓ FUNDAARROZ – Venezuela. Densidad de Siembra. [http:// www. fundarroz. Org. ve /](http://www.fundarroz.org) productividad. Php, 2005. p 4 -8.
- ✓ García, A.; Ana A. H.; Castillo, D.; Digna H.; Suárez, E.; Esther, R. Cruz, F.; Isora, F.; Hernández,J.; Martínez, J.; Alemán, L. A. ; Rivero, L. E.; Mariella, Ch. ; Socorro, M.; Canet, R.; Cabello, R.; Alfonso, R.; Tania, B. y Violeta, P. Manual del Arroceras, Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura. Segunda Edición. 2002.
- ✓ González, F. Nuevas máquinas y aperos agrícolas para el arroz. Palacio de las Convenciones de la Habana. Memorias II Congreso Internacional del Arroz. Ciudad de la Habana. 2000. p-278-283.

- ✓ González, F. Nuevo equipamiento de tracción manual y animal destinado a la producción arrocera popular. Memorias III Congreso Internacional del Arroz. Ciudad de la Habana. 2005. p-245.
- ✓ Gutiérrez, Susana A.; Mazzanti de Castañón, María A. y Mazza de Gaiad, S. A. Hongos asociados a granos manchados de arroz. En: Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, SGCYT, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. 2001.
- ✓ Gutiérrez, Susana. A.; Mazzanti de Castañón, María A y Cúndom, M. A. Hongos presentes en semillas de arroz del noreste de Argentina. *Fitopatología*, 37 (2): 156-163. 2002.
- ✓ Hernández, J.; Deus; J.; Suárez, E.; Alfonso, R. y Leyva, F.: Evaluaciones del rendimiento del arroz en Cuba, 1986- 1990. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización. 1991. pp 244-245.
- ✓ Hernández, J.: Evaluaciones INGER en materiales generados por el Programa Nacional de Cuba. Reunión de Comité Asesor del INGER. Argentina.1999.
- ✓ Hernández, A. Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos de Cuba. 1999, 64-p.
- ✓ Instituto de Investigaciones del Arroz, Ministerio de la Agricultura. "Curso básico del cultivo del arroz". La Habana. 1998.
- ✓ Instructivo Técnico del cultivo del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Cuba. 2005. 112 páginas.
- ✓ IRRI: Rice grain marketing and quality issues 66p P.O. Box 933,1099, Manila. Phillippines.1991.

- ✓ IRRI. Preparing the world's rice bowl for the next century. IRRI. Philippines. 1994.
- ✓ Jennings, P.; Coffman, W. R. y Kauffman, H. E.: Mejoramiento genético de la resistencia a plagas. Mejoramiento del Arroz. CIAT. Apartado 6713, Cali, Colombia. 1981.
- ✓ JICA. Aspectos morfológicos y fisiológicos de los caracteres fundamentales de la planta de arroz. 2da Edición. 87p. 2006.
- ✓ Jonson, D. Manejo de Malezas en Producción de Arroz de Pequeños Propietarios en los trópicos. Universidad de Greenwich Chatham, Kent, RU. 1991.
- ✓ Kim, J. K.: Tilling behavior of low and high tillering rices. Korean Journal of Crop Science. 35 (6): 1990. 512-518.
- ✓ Kim, J. K.: Grain yield potential of a low – tillering large panicle type in rice. Korean J. Crop Sci. 37 (4): 1992. 361-371.
- ✓ Lampe, K. Prólogo al libro "A farmer's primer on growing rice", de Benito Vergara. IRRI, Philippines. 1994. p 219.
- ✓ Lerch, G. Experimentación en la Ciencias Biológicas y Agrícolas. Edición científico-técnica. La Habana. 1997. pp 258-264.
- ✓ Loma, J. L. de la. Experimentación agrícola. Edición revolucionaria. La Habana. 1969. pp 228-289.
- ✓ López, L.: Arroz. Cultivo herbáceos. Cereales. Madrid Ed. Mundi – Prensa. 1991. p 419.
- ✓ Madruga, A.: Cuba por aumentar sus rendimientos arroceros. Gramma. No 46, Lunes 23 de Febrero. 2004.

- ✓ Martínez, J.: Rendimiento agrícola y afectaciones por vaneo. Instructivo Técnico del Arroz, Instituto de Investigaciones del Arroz. Cuba. 2000.
- ✓ 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. Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT), Colombia. 2002.
- ✓ MINAGRI. : Formulario para descripción varietal para arroz. La Habana. Dirección de certificación de semilla. Registro de variedades, p 12. 1998.
- ✓ MINAGRI. : Instructivo Técnico del Arroz. Ministerio de la Agricultura. Unión CAI del Arroz. Cuba. 1999.
- ✓ Molina–Ochoa, J.: "Manejo de los insectos plagas del arroz". México. <http://ipmworld.umn.edu/chapters/heinrich.htm>. 2001.
- ✓ Murchie E. H., Stella Hubbard, Yizhu Chen, Shaobing Peng y Meter Horton. Acclimation of rice Photosynthesis to irradiance under field conditions. Plant Physiology. Vol.130, pp.1999-2010, 2002.
- ✓ Neningen, L. H.; Hidalgo, E.; Barrios, L. M. y Pueyo, María. Hongos presentes en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. *Fitosanidad*, 7 (3): 7-11. 2003.
- ✓ Nguyen, L.; D. Nguyen; T. Le; R. Rodríguez y R. Sanzo. Instrucciones y Orientaciones de las técnicas en el cultivo popular del arroz. Proyecto de Arroz Popular y Familiar Vietnam-Cuba. Sancti Spíritus, Cuba. Folleto. 5 de Noviembre del 2003. pp 9-10.
- ✓ Padmavathi, N.; Mahadevappa, M. and O.U.K. Reddy. Asociación of Varius yield components in rice (*Oryza sativa* L.) Rice Abstracs. Vol. 21. No. 1, p. 4. 1998.

- ✓ Páez Nerderr, Orlando. El cultivo del arroz Densidad de Siembra, Control de Malezas y Fertilización. Fonaiap Dvulga N° 36 abril- junio 1991.
- ✓ Pulver, E. P.: Manejo de cultivo en el FLAR. FORO Arroceros Latinoamericano. Vol.8, No. 2, Ejemplar 15. 2002. pp 20-21.
- ✓ Rajeswari, S. and Nadarajan, N.: Parent progeny regression analysis and correlation studies in rice involving cytoplasmic male sterile line crosses. Rice Abstracts, Vol. 21, No.2. 1998. p 102.
- ✓ Rodríguez, H. y Nass, H.: Las enfermedades del arroz y su control. Fonaiap- Estación Experimental Portuguesa. Divulga: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd60/arroz.htm/>. 1991.
- ✓ Rodríguez, Aída 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***. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental del arroz, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba, 2002.
- ✓ Samayoa, A.E.: Logros y perspectivas de la investigación sobre el arroz en México. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización, Cali, Colombia. 1991. pp 67-75.
- ✓ Sanzo, R.; R. Pérez; R. Jiménez; R. Saborit; J. García y R. Rodríguez. Arroz Popular. "ABC Técnico". Folleto. Estación Territorial de Investigaciones del Arroz "Sur del Jíbaro". Sancti Spíritus. Cuba. 2003. pp 6-49.
- ✓ Savary, S. Evaluar los daños causados por los devastadores del arroz en Asia Tropical para establecer prioridades de lucha. Institut de Recherche pour le Developpement (IRD), Centre de Biologie et de Gestion des Populations. París. No. 109. 2000.

- ✓ Tashiro, T. M. Ebata and M. Ishikawa. Studies on white belly rice kernel. 7. The most vulnerable stages of kernel development for the occurrence of white belly. Japon journal of crop science 49 (3). 1980. p 482-488.
- ✓ Tejera, L. Rebasan producciones en popularización del arroz. AIN Camagüey. Corresponsalía Camagüey. Cuba. 2004.
- ✓ Vergara, B. S.; Venkateswarlu, B.; Janoria, M.; Ahn, J. K. ; Kim, J. K. And Visperas, R. M.: Rationale for a low – tillering rice plant type with high density grains. Philipp. J. Crop Sci. 15(1). 1990. p 33-40.
- ✓ Yuan, L. P. Preliminary experiences on SRI for growing super hybrid rice. Paper for International Conference on SRI. Sonya, China. April. 2002. pp 1-4.
- ✓ Zapata, F. J. y J. Izquierdo. La producción de arroz en América Latina y el Caribe: Logros, Posibilidades y Desafíos. In: "Reunión de la Comisión Internacional de Arroz". IRC: 94. Roma, Italia. 1994. pp 2-9.