

**Universidad de Cienfuegos
“Carlos Rafael Rodríguez Rodríguez”**

Facultad de Ciencias Agrarias



Tesis en opción al título de Ingeniera Agrónoma

Título: Influencia de la edad de trasplante sobre las características agroproductiva de la variedad de arroz (*Oryza sativa* L) ICA – 30.

Autora: Maricela Gómez Marrero

Tutores: Yoandris Socarrás Armenteros
Reinaldo Gómez

Cienfuegos ,2012
Año 54 de la Revolución

Contenido

Introducción.....	1
1. Revisión bibliográfica:	3
1.1. Generalidades	3
1.2. Importancia del arroz.	4
1.3. Requisitos ecológicos	4
1.4. Taxonomía	6
1.5. Preparación del suelo para la siembra.....	8
1.6. Producción de Arroz Popular.	10
1.7. Variedades de arroz. (Oryza sativa L).....	12
1.8. Fertilización en el cultivo del arroz.....	13
1.9. Simbiosis micorrízica arbuscular en el cultivo del arroz.....	13
1.10. Fotoasimilación al llenado de los granos de arroz en condiciones de déficit hídrico.....	14
1.11. En el caso de la tecnología de trasplante se procede:.....	15
Preparación de suelo para los semilleros	15
2. Materiales y métodos	18
2.1. Realizar un estudio sobre las diferentes edades de trasplante según el desarrollo de las plántulas.	18
2.2. Determinar la influencia del trasplante sobre los componentes del rendimiento y costos.	18
3. Resultado y Discusión	20
3.1. Resultados de las alturas de plantas ante del trasplante y cosecha.....	20
3.2. Resultados de los componentes del rendimiento.	22
Conclusión:.....	23
Recomendaciones:.....	24
Bibliografía:	25

Resumen

El presente trabajo se realizó en una finca de la CCS Toribio Lima en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). El objetivo de la siguiente investigación es determinar la influencia de la edad de trasplante sobre los rendimientos. Se utilizó el diseño de bloque al azar con 4 tratamientos y 3 replicas, los tratamientos fueron a las distintas edades del trasplante desde los 15 hasta los 45 días en él se midieron los siguientes indicadores altura inicial del planta al momento del trasplante, altura final, números de hijos y panículas por plantas, así como los componentes del rendimiento. En el mismo se obtuvo como resultado que el tratamiento realizado a los 15 días logro los mejores resultados al tener mayor números de hijos por plantas, mayor números de panículas y mayor rendimiento así como fue el que menor altura alcanzó al momento del trasplante y al final del ciclo demostrando como la edad del trasplante influye significativamente en el rendimiento. Por orden de edad de trasplante fue el resultado, siendo el de los 45 días de trasplantado el que menos resultado.

Palabras clave: arroz, productividad, rendimiento, cienfuegos

Introducción.

A nivel mundial, el arroz (*Oriza sativa*, L) constituye el producto más importante desde el punto de vista de la alimentación. Se estima que para el 2030 el mundo requerirá 180 millones de toneladas adicionales de arroz para suplir la demanda. Esto presenta un alza del 30% sobre la producción del 2004 que llegó a 600 millones de toneladas. América Latina posee el 8.4% de la población mundial, el 15.4% de las tierras agrícolas y el 25.4% de los recursos renovables de agua (FAOSTAT, 2004). Ante esto, la demanda potencial del cereal constituye una gran oportunidad para esta región, que sólo produce unas 25 millones de toneladas de arroz por año (4% del total mundial). El inmenso potencial que presenta esta región hace que todos los esfuerzos investigativos deban estar dirigidos a aumentar el potencial productivo de un alimento clave para la humanidad.

El arroz es el alimento básico del 50% de la población mundial y aporta el 20% de las calorías que se consumen. Asia es el que alcanza la mayor producción y consumo (produce el 91% del total mundial y consume cerca del 90%). El 85% es para el consumo humano. América ocupa el segundo lugar mundial en producción y consumo, lo que explica la enorme importancia estratégica en la producción de arroz para muchos países de nuestro continente. La situación actual de la producción mundial está caracterizada por la alta demanda del cereal, per cápita mundial de 56.8 Kg y solo se comercializa el 7% de la producción mundial (FAO, 2000).

En el caso de Cuba se consumen anualmente más de 750.0 miles de toneladas, de las cuales aproximadamente el 50% tiene que suplirlo por las importaciones. Cuba es un país importador de alimentos y la producción de granos principales solo alcanza un 23% de las necesidades. El arroz, que es un alimento básico para la población, ocupa el segundo lugar entre los cereales de importación después del trigo (FAO, 1996). En los inicios de la década de los 90, con la desaparición de la URSS y del campo socialista, Cuba perdió más

del 80% de sus mercados lo cual repercutió de forma negativa en la economía y por supuesto en la producción de arroz en las empresas especializadas, (IIA-NAG., 2002).

En la provincia de Cienfuegos, en el municipio de Aguada de Pasajero la producción de arroz representa el 45 por ciento de la producción total que durante este año, en las cosechas de primavera y de frío, alcanzó 23 mil 472 toneladas de arroz húmedo para la población (Aguada Radio 2012).

El municipio de Cruce necesita desarrollar la producción de arroz, para minimizar las importaciones de este cereal que es el que mas demanda tiene en el país y el municipio, además cruces es uno de los municipio de la provincia de Cienfuegos que tiene bajos rendimientos de este cultivo, por otra parte existe un grupo de productores que desconocen las nuevas tecnología de trasplantes a edades tempranas.

Problema.

¿Que efectividad tendrá la edad de trasplante de la postura de arroz sobre los componentes agro productivos?

Hipótesis general.

La evaluación de la influencia de la edad de trasplante del cultivo del arroz permitirá incrementar los rendimientos.

Objetivo general.

Determinar la influencia de la edad de trasplante sobre los rendimientos.

Objetivos específicos.

- Realizar un estudio sobre las diferentes edades de trasplante según el desarrollo de las plántulas.
- Determinar la influencia del trasplante sobre los componentes del rendimiento.

1. Revisión bibliográfica:

1.1. Generalidades

El género *Oryza*, al cual pertenecen las especies cultivadas de arroz, se originó probablemente hace unos 130 millones de años como una maleza salvaje. En la actualidad el arroz se encuentra distribuido en todos los continentes excepto en la Antártida (Chang, 1976). Se desarrolla entre los 55⁰ de latitud Norte y los 36⁰ de latitud Sur bajo condiciones de aniego, regadío o seco. Su cultivo alcanza los 148 millones de hectáreas, extensión equivalente al 11% de la tierra cultivable del planeta.

El arroz es la principal fuente de alimentos del mundo, ya que es el grano básico de los países más poblados del planeta (Samayoa, 1991), constituye además la fuente primaria de alimentación de más de la tercera parte de la población actual. Aunque el trigo ocupa un área de cultivo superior gran parte se utiliza en la alimentación animal, sin embargo el arroz es el cereal consumido por los seres humanos en mayor cantidad. El grano de arroz contiene entre 8 y 9% de proteínas, mientras que el de trigo alcanza el 11-12 % (Khush, 1997).

El 90% del arroz crece y se consume en Asia donde vive el 60% de la población de todo el planeta. En algunos países como Bangladesh, Camboya y Laos el arroz representa el 70% de las calorías que consumen diariamente, mientras que en China y la India alcanza el 40%. El arroz se ha considerado como una de las plantas más antiguas, siendo 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 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 es uno de los cultivos más

antiguos que el hombre conoce. Hallazgos arqueológicos encontrados demuestran la existencia de este cultivo desde hace más de 5000 años.

Su importancia económica radica que en el mundo actual es la principal fuente de alimentos ya que constituye el grano básico de los países más poblados del planeta.

Solo en América Latina el área dedicada al cultivo alcanza 6.4 millones de hectáreas y a escala mundial las siembras ocupan unos 147 millones de hectáreas (Rivero *et al*, 2001).

1.2. Importancia del arroz.

Es el principal alimento en Asia, algunos países de África y de América Latina. A pesar de su importancia como alimento, en el mercado mundial no se comercializa arroz en grandes cantidades porque este grano se utiliza fundamentalmente por los países que más lo producen (Socorro- Martín, 1989).

El grano se destaca por su alto contenido de calorías, contiene otras sustancias no nitrogenadas y niacina, tiene relativamente un contenido bajo de proteínas, aunque en ellas hay gran cantidad de aminoácidos esenciales y por tanto su valor biológico es alto. El almidón y las proteínas constituyen el 98.5% del peso seco total del grano pulido. Este esta compuesto por dos tipos de polímeros que son la amilasa y la amilopectina, la primera constituye aproximadamente del 20 al 25% y la segunda el resto. La amilasa ejerce gran influencia sobre las características del arroz cocinado, por ejemplo si el contenido de amilasa es bajo (< 20%) el arroz cocinado tiende a ser pegajoso y húmedo, mientras que si el contenido es mayor tiende a cocinar más desgranado y seco (Socorro- Martín, 1989).

1.3. Requisitos ecológicos (FAO, 2004).

Clima:

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a escala mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtropicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2 500 m de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo,

sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas.

Temperatura.

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 a 35 °C. Por encima de los 40 °C no se produce germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a estas, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días.

La panícula, usualmente llamada espiga por el agricultor, comienza a formarse unos treinta días del espigado y siete después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 mm. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente y en este periodo más sensible a las condiciones ambientales adversas.

La floración tiene lugar el mismo día del espigado, o al día siguiente durante las últimas horas de la mañana. Las flores abren sus glumillas durante una o dos horas si el tiempo es soleado y las temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas perjudican la polinización.

El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C. El óptimo de 30 °C, por encima de los 50 °C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo después del espigado. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

Luz.

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.

Durante el ahijamiento, el punto de crecimiento se encuentra en estado vegetativo, ya que de este se van formando las hojas. Al final del ahijamiento se produce el cambio de primordio, lo que provoca que en el punto de

crecimiento se produzcan cambios celulares que dan origen a la formación de la panícula.

La que comienza su desarrollo desde este momento: el cambio de primordio es un proceso que se prolonga por varios días y su duración depende del tipo de variedad. En las variedades de ciclo corto dura unos 3 días y en variedades de ciclo medio hasta 7 días. También la duración del día influye significativamente sobre el momento de producirse el cambio de primordio. Con días cortos el proceso se acelera y con días largos se retrasa. No obstante, el retraso en el comienzo de la diferenciación del punto de crecimiento, implica el aumento de la productividad de la panícula (Socorro- Martín, 1989).

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 (FAO, 2004).

Otro gran esfuerzo realiza el país, para aumentar sus rendimientos arroceros, buscando alternativas para estimular entre productores el mejoramiento y conservación de los suelos dedicados a ese grano como parte esencial de la sostenibilidad agrícola (Madruga, 2004).

Lo importante en el manejo ecológico de los suelos en los trópicos, es conocer como tratar el suelo y para eso es saber aplicar las siguientes orientaciones básicas, (Primavesi, 1995).

1.4. Taxonomía

El arroz (***Oryza sativa* L**) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia ***Poaceae*** (FAO, 2004). El arroz, un pasto natural (Gramínea), pertenece al género ***Oryza*** el cultivo incluye veinte especies silvestres y dos especies cultivadas, ***Oryza sativa*** (arroz de Asia) y ***Oryza glaberrima*** (arroz africano). ***Oryza sativa*** es la especie cultivada más comúnmente ahora en el mundo.

En Asia la ***Oryza sativa* L** 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 Corea. 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, 2004).

El arroz común *Oryza sativa* y el arroz africano *Oryza glaberrima* son un ejemplo de la evolución paralela de las plantas cultivadas. El progenitor salvaje de *Oryza sativa* es el arroz salvaje procedente de Asia, *Oryza rufipogon*, que tiene un rango de variación que va desde los tipos perennes hasta los anuales. Los tipos anuales tienen un nombre específico *Oryza nivara*, que al domesticarse originó *Oryza sativa*. En una evolución paralela *Oryza glaberrima* fue domesticada a partir del tipo anual *Oryza breviligulata* que a su vez procede del tipo perenne *Oryza longistaminata* (Khush, 1997).

Morfología (FAO, 2004).

Germinación: Cuando se produce la germinación del grano de arroz, lo primero que surge de dicho grano es el coleóptilo. Este órgano que incluye las hojas seminales, emerge como un cilindro fusiforme y puede ser incoloro, verde pálido o púrpura pálido hasta intenso.

Raíces: Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

Tallo: El tallo se forma de los nudos y entrenudos, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud.

(Socorro- Martín, 1989) se refieren que al principio los tallos miden unos pocos centímetros, pero a partir de la formación de la canícula se alarga con gran rapidez lo que posibilita que esta emerja de la vaina de la hoja panicular y de la hoja bandera.

Hojas: Las hojas son alternas, envainadoras, con limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de unión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde interior una serie de cirros largos y sedosos y las aurículas (son dos apéndices que se encuentran en ambos extremos de la unión del limbo con la vaina, tienen forma de hoz, con pequeños dientes en la cara convexa).

Flores: Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrella y colgante después de la floración. (Socorro- Martín, 1989) aseguran que la flor del arroz es hermafrodita, ya que contiene los dos órganos reproductores y lleva dos glumelas florales, estas son en definitiva la cáscara del grano, reciben el nombre de lemma la de la parte inferior que es la mas grande y palea la de la parte superior.

La inflorescencia, es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula y consiste en dos lemas estériles, la raquilla y el flósculo. Durante la antesis, las glumelas se abren y las anteras emergen. La dehiscencia de las anteras se produce antes o coincide con la apertura de las glumelas. Después que las anteras derraman el polen, se cierran las glumelas definitivamente (Socorro- Martín, 1989).

Grano: El grano del arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariópside) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

1.5. Preparación del suelo para la siembra.

La preparación del suelo se efectúa en seco fanguero en el período seco y fanguero directo en el período de lluvia (Macías 2012).

Seco fanguero: El proceso de seco fanguero se ejecuta de la siguiente forma:

Preparación en seco: Se desarrolla combinando alrededor de tres pases de gradas medianas con la nivelación, la que podrá ser nivelación tradicional con Land plane en dos pases en sentido perpendicular, y la nivelación con láser.

La nivelación con láser se está utilizando desde el comienzo de la década de los 90, con mayor auge y generalización en los últimos cinco años.

Los primeros trabajos con nivelación con láser se desarrollaron con proyectos

de terrazas planas, de aproximadamente 2,5 ha a 3 ha, pero esta nivelación plana ya no es utilizada debido a que provocó afectaciones en el suelo por zonas de corte indiscriminadas y lagunas por asentamiento por las zonas bajas.

Ya es criterio generalizado en todo en nuestro país, para los productores que poseen el láser, romper los diques en el período seco, aplicar la nivelación en el proceso de preparación de tierra, posteriormente levantan el dique con una equidistancia entre 8 a 10 cm, siembran la campaña de seca, doblan con fanguero directo en la temporada de lluvia, utilizando solo el tablón alisador.

En la próxima campaña repiten las mismas labores, incluyendo la nivelación con láser en la seca, lógicamente con mucho menos movimiento de tierra.

Al concluir el proceso de preparación en seco, se procede a llenar los campos de agua y aplicar una revoltura con bajos niveles con Rodillo fanguador, acompañada de tablón alisador, este último tiene la desventaja de producir un lomillo entre pase y pase que resulta negativo para el riego.

Cuando existe mucha mezcla lo mismo puede dejarse germinar antes del pase de fanguero o aplicar Glifosate y sembrar en agua.

Fanguero directo: El fanguero directo o doblaje es la tecnología generalizada en la temporada de lluvias.

En Cuba se alcanza la incorporación de los restos vegetales y el estado de lodo que exige la semilla para hacer correcta germinación, mediante los cortes que producen los angulares de nuestras fanguadoras, de 63,5 x 63,5 cm, dispuestos con una arista perpendicular al suelo, que lo va cortando con la rotación de la rueda.

Como se puede observar, la fuerza que produce el corte e incorporación del suelo húmedo proviene directamente de la transmisión del tractor, lo que provoca innumerables roturas que acortan la vida útil y encarece los costos del proceso.

La concepción comienza con el tipo de rueda fanguadora, la cual consta de cinco aros paralelos a los cuales van soldados los angulares de 40 x 40 cm y no como los nuestros, con la diferencia de que estos angulares están

colocados con el ángulo hacia arriba y no sentados con una arista en posición de corte como en nuestro caso.

1.6. Producción de Arroz Popular.

Aunque ya el arroz había sido introducido en Cuba y los campesinos cultivaban el arroz popular de forma espontánea, este tipo de actividad no se desarrolló nunca de forma extensiva. Las asociaciones cooperativas y otras instituciones que no pertenecían a los Complejos Agroindustriales también entraron en esta actividad para su distribución entre sus trabajadores.

En 1996, el MINAG decidió estimular este tipo de producción y designó a la Unión de los CAI (actualmente, GAIPA) y al IIA para la rectoría técnica y la organización de este tipo de producción. El programa de producción de arroz no especializado (Popular), surgió en la década del 90 en el contexto de las dificultades económicas 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 se favorece con el préstamo de más de 22814 ha, de las cuales 17446 ha el 76%, ya han sido cosechadas por campesinos, CPA, UBPC y las ventas al estado, para garantizar su presencia en el mercado minorista. Por otra vía, la producción alcanza las 272 miles de toneladas anuales, las que sumadas a las que se obtienen en las arroceras estatales, garantizan la mitad del consumo nacional, que ha crecido en la última década de 43 kg/percápitas anuales a 60 kg/percápitas anuales. Las cosechas de arroz popular tienen costos inferiores a los cien dólares la tonelada, con ello ha sido posible disminuir en 60% el precio del arroz que se expende de forma liberada nacionalmente, es decir 8.70 pesos que costaba en 1996, a 3.50 pesos actualmente. En estos momentos, la reserva mundial de arroz está entre la más baja de la historia, con una reducción del 30% desde el primer trimestre

del 2003 e igual periodo del 2004, con aumentos de más de cien dólares la tonelada en algunos países grandes productores (Alemán, 2004).

Cuevas (1991), por su parte señala que 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, en el mercado internacional los precios resultan sumamente altos y en ocasiones se dificulta aún obtener el abastecedor; durante el periodo 1986 – 1990, se comercializó alrededor de 12.5 millones de toneladas de arroz blanco, lo que equivale escasamente al 3.9% de la producción mundial.

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).

Madruga, (2004) expresó: 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 ONU 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. De Acuerdo con el programa general para la celebración de tal jornada mundial, Cuba desarrolla un programa que aspira a aumentar la producción del 2004 en un 10% con respecto al 2003 obteniendo mayores rendimientos agrícola e industrial. La producción nacional solo satisface un poco más del 50% de las necesidades por lo que se ve obligado a completar con importaciones.

La provincia de Camagüey, para el actual año 2010, prevee contribuir con el ahorro económico al país por concepto de sustitución de importaciones de este preciado alimento con la siembra de 25 300 ha. (Tejera, 2010).

Entre las unidades agrícolas más sobresalientes está la cooperativa de créditos y servicios “Manuel Ascunce” que en el 2009 cerró con 9 770 t de arroz húmedo con cáscara, teniendo como estimado para el 2010 13800 t de las 40000 ton. que debe lograr la provincia (Tejera, 2010).

1.7. Variedades de arroz. (*Oryza sativa* L)

En la búsqueda permanente de la calidad y de la productividad, en los centros de investigación de todo el mundo, surgen continuamente nuevas variedades de arroz, que se diferencian entre sí por su tamaño, su resistencia a [plagas](#), sus características culinarias, su denominación que se refiere al país de origen o al nombre del centro de investigación donde fueron creadas, entre otros aspectos. No obstante, todas ellas se agrupan por tipo de arroz, en tres grandes categorías:

Grano largo, grano medio y grano corto. Luego, de acuerdo al proceso industrial a que son sometidos, surgen al mercado según su grado de elaboración:

- Cargo o integral
- Blanco
- Parboiled
- Rápido o precocido

Existen en el mundo más de dos mil variedades de arroz, pero sólo se cultivan unas cuantas.

Blanco de grano largo: Es el tipo de arroz que se produce en [Cuba](#) y es reconocido en el mercado internacional por su altísima calidad. Es un grano largo y delgado, es al menos 3 veces más largo que ancho. Supera los 6 milímetros de longitud. La cáscara, el salvado y el germen se eliminan durante tratamiento industrial. Después del cocinado, los granos tienden a permanecer separados debido a su bajo contenido de amilopectina (componente del arroz), condición indispensable para su preparación en ensaladas y guarniciones. Si durante la cocción se le añade una o dos cucharaditas de zumo de limón al agua, se potenciará la blancura del arroz. Los arroces indios basmati y patna, pertenecen a esta variedad. Existe también la variedad de grano largo americano, menos aromático que los otros.

Blanco de grano medio: Es un grano más corto y grueso que el arroz de grano largo y tiene una textura suave y tierna al ser cocido.

Es de forma ligeramente redondeado y tiende a empastarse cuando se someten a una cocción demasiado prolongada. Se le aplica el mismo procesamiento industrial que al arroz de grano largo (sin cáscara, sin salvado y sin germen). Es la variedad más consumida en Cuba.

El más característico es el arroz bomba, en el que se incluye el arroz de calas parra, único con denominación de origen en España. El arroz bomba, una vez sobrepasado el tiempo de cocción no se rompe como el resto, sino que se abomba y se arruga un poco. Esta peculiaridad le permite guardar el almidón con lo que siempre sale suelto, lo que le hace idóneo para elaborar paellas.

1.8. Fertilización en el cultivo del arroz.

Datta, 1981, planteó que la absorción que realiza la planta de arroz a partir del nitrógeno aplicado puede llegar a niveles tan bajos como un 30 % y alcanzar solamente un máximo de 60 % en condiciones óptimas, debido principalmente a la baja estabilidad de este elemento en el suelo, lo cual favorece los arrastres, lavado, volatilización y fijación del amonio.

Los fertilizantes químicos usados en la producción de arroz tienen una baja y cada vez menor eficiencia. Se pierden nutrientes a través de la volatilización y por desnitrificación, filtración o escurrimiento. Entre el 40 y el 70% del nitrógeno químico aplicado al suelo se pierde en el medio ambiente, lo que produce contaminación del aire, del suelo y del agua de superficie. Al mismo tiempo, un incremento en emisiones de metano contribuye al cambio climático por el efecto invernadero. (Kabir, 1999).

Saborit *et al.* (2009). Sugiere que la fertilización orgánica (estiércol ovino) contribuye a mejorar el balance nutrimental del cultivo del arroz, lo que incide en un incremento de los rendimientos y cuando se combina con los minerales N, P, K, es posible reducir las dosis de este último entre un 25 y un 50 %, logrando un aumento en los rendimientos al relacionarlos cuando se aplican los fertilizantes minerales solamente al 100% de la dosis según Instructivo Técnico.

1.9. Simbiosis micorrízica arbuscular en el cultivo del arroz.

La simbiosis MA mejoró más del 40% la eficiencia fotosintética de la planta bajo

estrés inducido por la acumulación de la molécula de glutatión antioxidante. Reduce la acumulación de peróxido de hidrógeno y el daño oxidativo a los lípidos en estas plantas. Así pues, estos efectos combinados mejoran el rendimiento de plantas después de un período de sequía (Ruiz et al., 2010).

1.10. Fotoasimilación al llenado de los granos de arroz en condiciones de déficit hídrico.

La aplicación de períodos de déficit hídrico a través de la suspensión temporal del riego en las plantas durante la fase de crecimiento vegetativo, ha sido una alternativa para reducir el consumo de agua, propiciar el desarrollo y crecimiento de las macollas e incrementar el rendimiento en granos (IIArroz, 2005). Sin embargo, no se han estudiado los mecanismos fisiológicos de respuesta de las plantas, que puedan explicar una productividad mayor en estas condiciones. Uno de los mecanismos que se puede aprovechar para incrementar la supervivencia y el rendimiento de las plantas al estrés, es favoreciendo la acumulación y partición de los fotoasimilados en órganos fuentes y sumideros. Existen evidencias que demuestran el efecto del déficit hídrico en la relación que se establece entre los órganos fuente y sumidero. Estos cambios en la partición de fotoasimilados, pudieran provocar una influencia positiva en el llenado de los granos y el rendimiento agrícola. Los fotoasimilados se consideran una forma temporal de acumular productos fotosintéticos que posteriormente, se translocan hacia los granos para la formación del rendimiento (Hirano *et al.*, 2005).

La distribución de los fotoasimilados en varios órganos de la planta de arroz como en la hoja bandera, las vainas foliares, y el tallo como fuente de carbohidratos para el llenado de los granos, ha posibilitado conocer la contribución de estos asimilados al rendimiento en grano en diferentes condiciones de cultivo (He *et al.*, 2005).

En trabajos anteriores, Yang y Zhang (2006) demostraron mediante la alimentación de la hoja bandera con $^{14}\text{CO}_2$, que la inducción de déficit hídrico controlado en la fase de llenado de granos de arroz, favorece la movilización y transferencia de los carbohidratos no estructurales previamente almacenados desde las estructuras vegetativas hacia los granos.

1.11. En el caso de la tecnología de trasplante se procede:

Preparación de suelo para los semilleros

Se efectúa la roturación con arado de vertedera hasta una profundidad de 20 cm, después del reposo se le pasa grada, se aplica materia orgánica (humus de lombriz, cachaza, compost, estiércol ovino o vacuno). Posteriormente se cruza, se pasa grada y se aplica nuevamente materia orgánica, se levantan los diques y se fangua, dejándolo reposar de 7-8 días antes de volear la semilla.

Selección de la semilla.

Se selecciona teniendo en cuenta su densidad, lo que se selecciona de forma rústica usando una cubeta con agua en la que se coloca un huevo de gallina y se vierte sal hasta que el huevo se sitúa en la altura media de la columna de agua. Al colocar la semilla en esta solución salina, los granos más densos irán al fondo del recipiente y son los que se seleccionan, estos se ponen a secar. Posteriormente se inoculan con biofertilizantes como ECOMIC y ASOFER.

Pre germinación de la semilla.

Sumergen la semilla en agua durante un período de 24 a 36 horas o más en base a la temperatura del agua, de forma tal que el nivel del agua no sea superior al de las semillas, se escurren y se tapan con paja, está se moja cada cierto tiempo hasta que comiencen a germinar, momento en que se volean en el área previamente preparada manteniendo la humedad del suelo hasta alcanzar la germinación total, después de brotar la mayoría de las plántulas se establece una pequeña lámina de agua.

Preparación del suelo para el trasplante.

Se rotura con arado de vertedera a una profundidad de 20 cm, se deja reposar, se pasa grada, se aplica materia orgánica y se levantan los diques, se fangua dejando reposar durante siete días hasta efectuar el trasplantar.

Se arrancan las posturas preferiblemente el mismo día en que se va a trasplantar y se colocan de 2 a 3 plantas por nido, con distancia de 20 x 20 cm, manteniendo una pequeña lámina de aniego hasta alcanzar una cantidad de hijos adecuada, posteriormente se eleva el nivel de agua.

Después del ahijamiento se provoca un estrés hídrico y después se eleva el nivel del agua nuevamente.

Según el manual del arrocero (2006) la siembra por trasplante han ascendido al 42 % del total de la siembra en el sector cooperativo y campesino, en el caso de Cienfuegos esta asciende a más del 90 % del total de la siembra y se recomienda que el trasplante se realice con un mínimo de 15 días y no exceda los 35 sin embargo la tradición y tendencia de los productores es realizar el trasplante con plantas más adultas. El método de trasplante con plantas pequeñas es importante y ventajoso para los países tropicales ya que se logra plantones más fuertes y vigorosos, mayor cantidad de hijos productivos y mayor rendimiento.

El trasplante en Cuba se realiza de forma manual con una distribución al azar y una densidad de plantación de 33 nido/m² y una lámina de agua la cual se deja de consumir en el campo para luego reponerla, y en muchas ocasiones el riego posterior se hace de esta manera (reposición) lo cual favorece la germinación y el desarrollo de las malezas (Thang Le Man, 2004).

En esta fase debe tomarse un gran cuidado, tanto con las semillas en la siembra como con las plántulas a partir de la germinación. La atención adecuada que se le brinde al semillero incidirá decisivamente en los rendimientos que se alcancen en la cosecha. La siembra puede realizarse cuando el coleóptilo mida alrededor de tres milímetros de longitud. Se distribuirá la semilla a voleo sobre la superficie, tratando de lograr de 40 a 50 g/m² (2 ó 3 puñados de semillas). Seguidamente se cubre con una capa ligera de tierra o fango, para evitar la pérdida de la misma o su deterioro, además del cuidado necesario con las aves y roedores (Sanzo *et al*, 2003).

Trasplante de posturas pequeñas, en forma rápida y con cuidado: las posturas deben tener de 8 a 12 días de edad, quizás en el invierno hasta 15 días, siempre que solo tengan dos hojas y lo que queda de la semilla todavía unida a la raíz. El número de días dependerá de la longitud del phyllochron (Katayama, 1951; Laulanié, 1993). Puede existir una variación de aproximadamente 5 a 8 días, dependiendo de la temperatura, las condiciones del terreno y otros factores. (Nemoto *et al*, 1995).

Entre 15 y 25 días después de germinada las posturas, en dependencia de la época del año y el ciclo de la variedad, la plántula debe medir alrededor de 12 – 15 cm de altura y poseer 3 ó 4 hojas bien desarrolladas, cuando se considera apta para el trasplante. Debe tenerse especial cuidado que no se pase de edad, pues a medida que avance el tiempo se disminuye rendimiento en el área trasplantada, ya que en este caso las plántulas se recuperan muy lentamente y el ahijamiento resulta sumamente pobre, lo que se agrava aún más si se trata de una variedad de ciclo corto (Sanzo *et al*, 2003).

2. Materiales y métodos

El presente trabajo se llevo a cabo en la CCS Toribio Lima, perteneciente al municipio de Cruces, en el período comprendido de Noviembre del 2011 a Marzo del 2012.

La variedad de arroz utilizada fue IAC – 30, con un marco de plantación de 0.25 x 0.25 m². La plantación se realizó en suelo con buena humedad, se plantaron dos posturas por nidos de forma manual y con un tapado ligero.

El experimento se desarrollo sobre un suelo Pardo sin carbonato (Hernández 1995). La preparación del suelo se realizó con la tecnología seco fanguero a una profundidad de 10 – 15 cm. Se aplicó un riego antes y después del trasplante de las posturas, antes de comenzar el trasplante se efectuó una fertilización química a base de superfosfato triple y cloruro de potasio a razón de 150 kg/ha y posteriormente se le aplicó urea a una dosis de 50 kg/ha en tres momento del desarrollo del cultivo. Se elimina el riego cinco días antes de cada fertilización de urea.

Se utilizó un diseño Experimental de bloque al azar con cuatro de tratamiento y 12 réplicas, el área de las parcelas es de 0,04 ha.

2.1. Realizar un estudio sobre las diferentes edades de trasplante según el desarrollo de las plántulas.

Para realización de este estudio se escogieron cinco plantas por réplicas se realizó un muestreo al cultivo a los diferentes tratamientos 15, 25, 35,45 días de germinadas las plantas, donde se hicieron medición de altura de las plantas ante el trasplante y ante la cosecha, también se evaluaron el número de hijo y de panículas a los diferentes tratamientos en estudios. Las mediciones de las plantas se hicieron con una cinta métrica y la determinación del número de hijo y panículas se realizó por conteo físico.

2.2. Determinar la influencia del trasplante sobre los componentes del rendimiento y costos.

La cosecha se realizó de forma manual con una segadora y luego se trillo con una maquina de procedencia vietnamita.

Los indicadores evaluados fueron los siguientes:

La altura de la planta antes la plantación y ante la cosecha.

- Componentes al rendimiento:
 - Maduración Fisiológica
 - Panículas por m².
 - Cantidad de granos llenos por panículas.
 - Peso de 1000 granos.

Para el pesaje de los 1000 granos se utilizó una pesa digital.

Análisis estadístico.

Para el procesamiento estadístico de los resultados se consideró dos variables fundamentales: **independientes** (la producción de arroz y la tecnología utilizada) y **dependiente** (las variables que influyen en el rendimiento agrícola). El análisis estadístico de los datos se realizó por el programa STATGRAPHICS CENTURIÓN XV .Se efectuó un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95% donde existieron diferencias significativas para $p < 0.05$, se realizó una comparación a través de la prueba de rangos múltiples.

3. Resultado y Discusión

3.1. Resultados de las alturas de plantas ante del trasplante y cosecha.

En la figura 1, se observa la altura de las plántulas de arroz en el momento de trasplante. Existe diferencia significativa en los tratamientos 15, 25, 35,45 días. Se demostró que el tratamiento a los 45 días la plántula alcanza una altura de 22,5cm superior a los tratamiento 15, 25,35 días, a los 15 días de edad las posturas alcanzaron 16,4 cm de altura ,a los 25 días de edad las plantas alcanzaron 17cm ,y en los 35 días midieron 22 cm esto es debido que en la fase de semillero, la longitud de las planta aumento a medida que fue mayor su tiempo de permanencia en el mismo, lo cual estuvo motivado por la alta densidad de población lo que estimuló a una mayor competencia por la luz.(Rodríguez 2003)

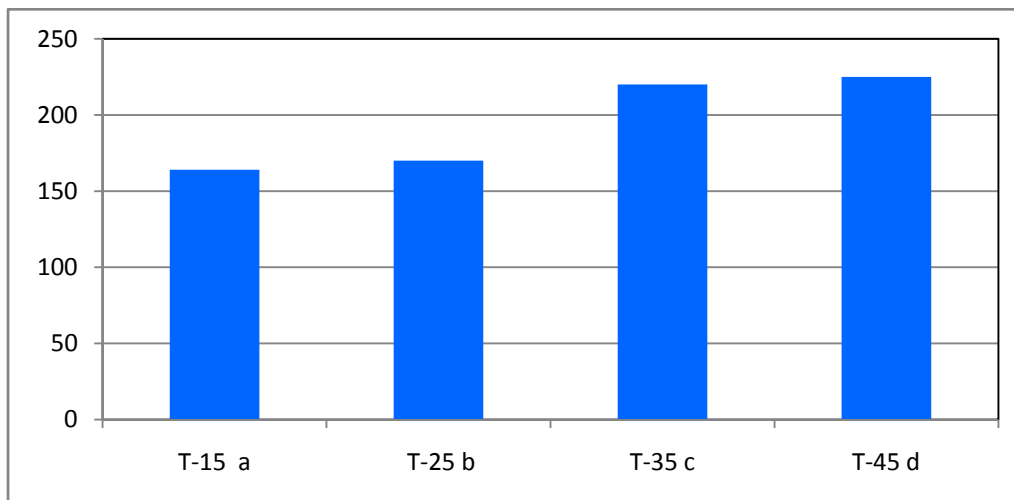


Figura 1. Alturas de las plántulas de arroz en el momento del trasplante.

En la figura 2, se muestran la altura máxima alcanzada en el momento de la cosecha. Se pudo observar diferencia significativa entre los tratamientos. De las edades estudiadas la altura máxima que alcanzaron las plantas fue a los 45 días con 80,2 cm, a los 15 días de edad las plantas alcanzaron como promedio 76 cm de altura, en el tratamiento a los 25 días midieron 78,4 cm y 79.1 cm a los 35 días. Se observó que las plantas trasplantadas mas adultas alcanzaron una altura superior que las trasplantada mas tempranamente. Reafirmado por (Rodríguez 2003)

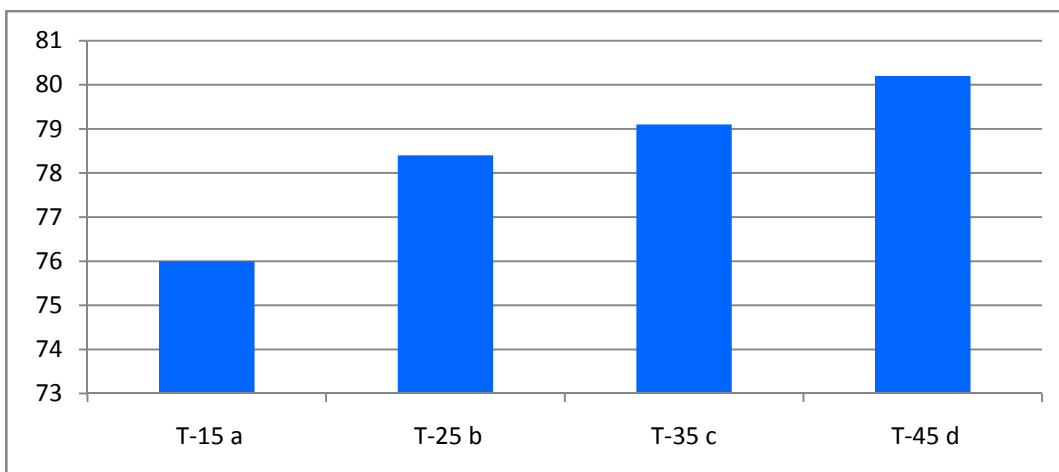


Figura 2. Altura máxima alcanzada en el momento de la cosecha.

En la tabla 1, se observa el número de hijos y el número de panículas por plantones. Existe diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, a los 15 días de edad las plantas alcanzaron mayor número de hijos y de panículas con 19 y 18, seguido por el tratamiento a los 25 días (17 y 16), de las edades que menor números de hijo y panículas por plantones logrados fue a los 45 días (14 y 14) y a los 35 días (15 y 15).

Tabla 1. Número de hijos y panículas por plantones.

Tratamientos	Número de hijos	Numero de panículas	%
15 días	19 a	18 a	94
25 días	17 b	16 b	94
35 días	15 c	15 c	100
45 días	14 d	14 d	100

Todo esto se debe a que las posturas más jóvenes posibilita que las plantas inicien la fase de ahijamiento activo fisiológicamente normal y muy similar a la de la siembra directa que no sufre la interrupción del trasplante y en la misma medida que aumento su edad en el semillero interrumpieron este proceso y solo se desarrollaron en el periodo final del ahijamiento activo y la fase de máximo ahijamiento esto corrobora lo obtenido por (Saname 2004).

Suárez, (2003) que señala el comportamiento medio de la misma inferior a 25 hijos por macolla, así como la relación que tiene la densidad de población con el área foliar y los procesos de fotosíntesis y respiración.

3.2. Resultados de los componentes del rendimiento.

Tabla 2.Componentes del rendimiento.

Tratamientos	Panículas/m ²	Granos llenos /panícula	Peso1000 granos	Maduración	Rendimiento
15 días	288 a	100 a	25.9 a	89.6 a	6,5 t/ha
25 días	256 b	100 a	26.0 a	93.3 a	6,2 t/ha
35 días	244 c	99 b	25.9 a	88.6 a	5,6 t/ha
45 días	235 d	98 b	25.4 a	90.0 a	5,1 t/ha

En la tabla 2, se observa los componentes del rendimiento. El mayor número de panículas por metro cuadrado fue el tratamiento a los 15 días seguidos por los tratamientos 25, 35 y 45 días, existiendo diferencia significativa entre todos los tratamientos. El peso de 1000 granos y la maduración no prevalece diferencias significativas entre ellos y, en el caso del número de granos llenos por panículas no hay diferencias entre los tratamientos 15 y 25 días, pero si entre ellos y a los 35 y 45 días los cuales no tuvieron diferencias entre ellos. Los rendimientos obtenidos en las diferentes variantes en estudios en la producción de arroz húmedo, el tratamiento a los 15 días de edad alcanzó el mayor rendimiento con un valor de 6,5 t/ha. Por lo que existe una relación directa entre el rendimiento y la edad de trasplante como vemos en la variante a 15 días fue superior a las otras, seguidos a los tratamientos a los 25 ,35 y 45 días. Esto lo reafirma el (IIA2008) cuando plantea que el número de panículas por metro cuadrado y número de granos llenos por panícula determinan la producción por metro cuadrado siendo el primero el componente más variable y causa principal del bajo rendimiento en nuestras condiciones sus valores están influenciados entre otros parámetros por la capacidad de ahijamiento objeto también de análisis en este trabajo y directamente proporcionar a lo logrado.

Conclusión:

Del estudio realizado en este trabajo se pueden formular las conclusiones siguientes.

- La altura inicial de la plantas al trasplantar aumento en la misma medida que permaneció más tiempo en el semilleros motivado por la alta densidad de población.
- La altura final plantas trasplantadas mas adultas alcanzaron una altura superior que las trasplantadas más tempranamente.
- La variante a los 15 días obtuvo mayor rendimiento agrícola superior a 1.4t /ha que el tratamiento a los 45 días.
- Las variantes de 15 días y 25 días obtuvieron el mayor ahijamiento y panículas totales.

Recomendaciones:

- Continuar la investigación donde se estudien otros parámetros como materia seca de la planta, área foliar, grosor del tallo.
- Capacitar a los productores con estas experiencias.

Bibliografía:

- Alemán, L (2004). Conferencia ofrecida por el director IIA sobre .La Producción de Arroz Popular al cierre del 2003. Sancti Spíritus.
- Alemán, L.; Socorro, M.; R, Cabello.; Horfford, J.; González, D.; García, G.; Batista, J.; Vázquez, E.; Delgado, A.; Rubí, A.; Cruz, F. y L. Romero (2002). 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. p243.
- Castaño, J. (1998) Etiología del Manchado de Grano en Arroz de Secano en Colombia e Indonesia. Arroz. 47(413). p 24-28.
- Chang, T.T. (1976). The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. *Euphytica* 25:p435-444.
- Cuevas, F. (1991). Palabras de bienvenida. Arroz en América Latina. Mejoramiento y Comercialización. CIAT – IRRI, México. p.2
- De Datta, S. K . (1981). Principles and Practices of Rice Production. International Rice Research Institute. (IRRI). Los Baños. Philippines. 618 p.
- FAO (2004) El cultivo del arroz.Tomado de : <http://www.rle.fao.org>. Agosto, 2004.
- FAO (2004). Año internacional del arroz.
<http://www.fao.org/rice2004/es/aboutrice.htm>, Octubre, 2004.
- FAO (2004). Se estancan los avances en la reducción del hambre.
http://fao.cubasi.cu/esp/ampliacion_principal6.htm La Habana. Miércoles, 26 de Octubre del 2004.
- FEDEARROZ. (1997). El Arroz en Colombia y el mundo. Arroz 46(408): p 16-46.
- He HY, Koike M, Ishimaru T, Ohsugi R, Yamagishi T. (2005) Temporal and spatial variations of carbohydrate content in rice leaf sheath and their varietal difference. *Plant Prod Sci* 8(5): 546-552,
- Hirano T, Daito Y, Ushimaru H, Michiyama H. (2005) The effect of the amount of nitrogen fertilizer on starch metabolism in leaf sheath of japonica and indica rice varieties during heading period. *Plant Prod Sci* 8(2): 122-130.
- IIArroz.(2005) Instituto de Investigaciones del Arroz. Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz, 113 p.
- Kabir, H. (1999) Sistema de Intensificación de Arroz en Madagascar, Boletín de ILEIA, V 15,(3; 4)

- Katayama, T. (1951). Ine mugi no budgets kenkyu (Studies on Tillering in Rice, Wheat and Borley). Tokyo: Tokendo Publishing.
- Khusk, G.S. (1997) Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Molecular Biology* 35: 25-34.
- Madrugá, A. (2004) Cuba por aumentar sus rendimientos arroceros. Periódico Granma, 23 de febrero del 2004. p 8.
- Manual del Arroceros (2006) Trasplante Instituto de Investigaciones del Arroz Ministerio de la Agricultura.
- Molina – Ochoa, J. (2004): Manejo de los insectos plagas del arroz. México. <http://www.ipmword.umn.edu/chapter/heinrich.htm>, Julio, 2004.
- Nemoto, K.; S. Morita and T. baba. (1995) Shoot and root development in rice related to the Phyllochron. *Crop Science*. 35:1. 24-29.
- Órgano oficial del comité central del partido. 21 de Mayo. 2 p
- Primavesi, Ana. (1995): Recuperación del suelo. Revista Hoja a Hoja. CECTEC. Paraguay.
- Rivero, I. E.; García, J.; Yudmila, P.; García, Y. Y Rodríguez, E (2001): Indicaciones para el manejo de las principales malezas del cultivo del arroz en Cuba. Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura, Cuba.
- Ruiz, Manuel.R. (2009). La simbiosis micorrízica arbuscular incrementa la eficiencia fotosintética y la respuesta antioxidante de las plantas de arroz (*oryza sativa* L.) sometidas a estrés hídrico. *Cultivos Tropicales*. La Habana ,vol. 31
- Saborit, Pedro M. (2009). Efecto del estiércol ovino combinado con fertilizante mineral npk, en suelo gley vértico sobre los rendimientos agrícolas del cultivo del arroz en aniego. *Cultivos Tropicales*. La Habana ,vol. 31.
- Samayoa, A.E. (1991): Logros y perspectivas de la investigación sobre el arroz en México. *Arroz en América latina. Mejoramiento, Manejo y Comercialización*, Cali, Colombia, p 67-75.
- Sanzo, R.; R. Jiménez.; R. Saborit.; J. García y R. Rodríguez. (2003). Arroz Popular ABC Técnico. Folleto. Estación territorial de Investigaciones del Arroz Sur del Jíbaro. Sancti Spíritus. Cuba. p 6 – 49.

- Socorro, M. A. y Martín, D. S. (1989) Granos.. La Habana.: Editorial Pueblo y Educación, p 91-189.
- Tashiro, T. M. Ebata and M. Ishikawa. (1980). Studies on white belly rice kernel. 7. The most vulnerable stages of kernel development for the occurrence of white belly. Japan journal of crop science 49(3):. 482 – 488.
- Tejera Díaz, L. (2010). Inician cosecha de arroz en Camagüey. Periódico Granma.
- Thang Le Man. (2004). El transplante en Cuba y su importancia. Citado por
- Yang J, Zhang J (2006) Grain filling of cereals under soil drying. New Phytologist, 169:223-236.