



**República de Cuba**

**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (*Oriza Sativa* Lin) en la UBPC “Breñas”.

Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

**Por Autor:** Eduardo Boada Turiños.

**Tutor:** MSc. Layda Toledo Vázquez.

**Cumanayagua, 2010.**

**“Año 52 de la Revolución”**

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento muy especial para mi tutora Layda por su sabiduría, sus consejos y porque sin ella no hubiera sido posible este trabajo.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, sin quien no hubiese sido posible llegar hasta aquí.

A mis hijos.

## **SÍNTESIS.**

El trabajo se realizó durante tres años (2007 - 2010), en la finca de arroz de la UBPC "Breñas", perteneciente a la Empresa de Cítricos "Arimao", municipio Cumanayagua, Provincia Cienfuegos, sobre un suelo pardo grisáceo de baja fertilidad natural. El problema principal presente en sus áreas son los bajos rendimientos, por ello nos trazamos como objetivo la evaluación de diferentes alternativas de fertilización orgánicas en tres variedades de arroz así como determinar cuál de ellas resulta más eficiente y efectiva con su respectivo análisis económico, su impacto social y ambiental. La variedad Reforma resultó significativamente la de mayor altura de la planta; sin embargo en cuanto a los rendimientos y sus componentes fue la peor, destacándose la variedad Caribe. La fertilización más eficiente y efectiva con gran impacto fue la aplicación de humus de lombriz con un significativo efecto residual demostrado en los resultados y la conservación del medio ambiente expresado en la posible sustitución de los fertilizantes químicos. Recomendando la extensión de los resultados en condiciones similares para este cultivo.

-

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	7
1.1. Antecedentes.....	7
1.2. Justificación del estudio	8
1.3. Problema de Investigación	10
1.4. Objetivo General.	10
1.5. Objetivos específicos.	10
1.6. Hipótesis de la Investigación	10
1.7. Diseño Metodológico de la Investigación	11
1.8. Beneficios esperados	17
1.9. Límites del alcance de la investigación	17
2. DESARROLLO.....	188
2.1.1. El cultivo del arroz ( <i>Oriza sativa, Lin</i> ) .....	18
2.1.2. Producción mundial	22.
2.1.3 Estado actual del conocimiento del problema de investigación	22
2.1.4. Carencia que se quiere llegar con la investigación	53
2.1.5. Resultados y discusión	54
3. CONCLUSIONES. ....	67
4. RECOMENDACIONES. ....	68

5.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
6.ANEXOS. ....	78

## **INTRODUCCIÓN**

### **Antecedentes**

El arroz (*Oryza Sativa* L.) es después del trigo el cereal más consumido por la población humana a nivel mundial (Montilla, 1990)

El arroz es uno de los cultivos más antiguos que el hombre conoce. Algunos autores dan cuenta de hallazgos arqueológicos que demuestran la existencia del cultivo del arroz desde hace más de 5000 años. Su importancia económica radica en que en el mundo actual constituye el alimento principal de aproximadamente 200 millones de personas y las siembras ocupan unos 147 millones de hectáreas. Sólo en América Latina el área dedicada al cultivo del arroz alcanza 6.7 millones de hectáreas (Viera, 2001)

La producción mundial de arroz en la década de 1990 – 1999 superó los 500 millones de TM de arroz húmedo, siendo el récord el año 1997 con 580. 2. El promedio anual de los últimos años (1996 – 1998) fue de 150.8 millones de hectáreas cosechadas con 570.9 millones de toneladas de arroz paddy y un rendimiento de 3.79 toneladas por hectárea (1 106 q/cab). (ITCA, 2000).

Este cereal introducido en Cuba en la época de la colonización, traído de Europa en 1868, por Valenciano Fernández Valle, se fomentó en terrenos colindantes con la finca "El Marañón", (Municipio de Aguada) según Morejón uno de los productores de arroz insignes en Cuba. Se considera actualmente uno de los cultivos más importantes del país aunque la producción nacional solo logra satisfacer el 60 % de la demanda interna (Socorro, 1994).

El mismo constituye un componente importante en la dieta alimentaria del pueblo cubano y su cultivo se practica en todo el territorio nacional donde su alcance productivo es superior a las 220 000 t. La conformación de una política varietal y su correspondiente semilla de calidad acorde con las exigencias de cada área de producción constituye un punto de partida para el incremento de los rendimientos tanto en los sistemas especializados como en los no

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

especializados (arroz popular). La popularización del arroz con sus métodos dinámicos y soluciones prácticas, ha contribuido en gran medida a satisfacer las necesidades de la población. (IIA. 2003).

Por otra parte la recopilación de variedades cultivadas en dicho sistema es un anhelo de los mejoradores que trabajan en el cultivo con vistas a incrementar el genofondo nacional existente. (Gómez, Hdez, Puldón, Alemán, Morales, Perdomo y Viera, 2005)

La selección realizada por los campesinos de forma rudimentaria ha generado la existencia de cientos de unidades que se explotan en el sector y que poseen genes adaptados a los diferentes estreses bióticos y abióticos que existen en el país. (Gómez y col., 2005)

La producción popular del arroz constituye una de las actividades más consolidadas en el Programa Nacional de la Agricultura Urbana, encontrándose a su vez entre los subprogramas más antiguos de este movimiento, alcanzando un desarrollo tal que hoy constituye en programa nacional (MINAGRI 2003).

En los últimos años se ha venido trabajando por parte de IIA, Grupo agroindustrial del arroz, delegaciones provinciales y municipales de la agricultura en la colecta, conservación y estudio del germoplasma existente en las áreas de arroz popular en cada municipio del país. Es así que dentro de la UBPC "Breñas" donde se realiza esta investigación surge la Finca de arroz con 23 variedades representativas del mismo.

### **Justificación del estudio.**

En nuestro país el desarrollo de las potencialidades de los territorios se ha tenido en cuenta desde el inicio del triunfo de la Revolución. Priorizando las líneas de desarrollo: económica, social, medio ambiental y de defensa, basado en la política internacional de respeto mutuo y cooperación solidaria.

Los Planes de Ordenamiento Territorial son el instrumento de planeamiento que definen las políticas a mediano plazo, compatibilizadas con todos los actores,

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

según lo establece el Acuerdo No. 3808 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Noviembre del 2000 y que asumimos como uno de los puntos de partida para la elaboración de las líneas directrices de desarrollo local.

Estas se encuentran en línea con los programas de prioridad del país que son:

1. Producción de alimento.;
2. Sustitución de importaciones;
3. Energía renovable;
4. Producciones sostenibles;
5. Economía y defensa

La producción de arroz con alternativas orgánicas responde a más de uno de los programas antes señalados, según Castillo (1997), se atestigua que el consumo per cápita asciende al 44 Kg., tomando en consideración la cantidad de arroz que se comercializa, el total de habitantes que tiene el país, así como también el consumo social (escuelas, hogares de ancianos, hospitales, círculos infantiles, etc.)

Sin embargo este consumo per. cápita es más elevado entre la población rural y campesina que son productores habituales de este cereal y que lo producen fundamentalmente para satisfacer necesidades familiares; en esta población, el per cápita de consumo no debe ser menor del doble del oficialmente reportado por la estadística antes citada.

De acuerdo a las estadísticas los bajos rendimientos del cultivo, los precios del producto en el mercado internacional así como el de los fertilizantes y el impacto ambiental (degradación de los suelos, emisión de gases contaminantes) se hace necesario recurrir a otra solución para garantizar la alimentación de la población sin pérdida para el país, aumentando las producciones de forma eficiente y sostenible.

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

Sin dudas la producción popular de arroz ha contribuido a mantener estables los precios de este importante alimento, los cuales oscilan entre 2 pesos la libra hasta 3,50 pesos, predominando en el país este último precio. (Castillo 1997)

Con el objetivo de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, en nuestro caso la población Cumanayagüense, entendiéndose calidad de vida como: Bienestar que se expresa a través de la felicidad y la satisfacción de las personas valorado en el orden objetivo en relación con las condiciones de vida y en el orden subjetivo, con la percepción del individuo desde la dimensión física, psíquica y social, es que trazamos esta investigación.

### **Problema de investigación**

Los bajos rendimientos del cultivo del arroz en la UBPC de cultivos varios "Breñas".

### **Objetivo General.**

Evaluar el comportamiento de 3 variedades de arroz (LP – 5, Reforma y Caribe), con diferentes alternativas de fertilización en las condiciones edafoclimáticas de la UBPC "Breñas".

### **Objetivos específicos.**

1. Evaluar el efecto de alternativas de fertilización orgánica en tres variedades de arroz (LP – 5, Reforma y Caribe).
2. Definir cuál de las alternativas de fertilización orgánica es más efectiva y eficiente económicamente.

### **Hipótesis de la Investigación**

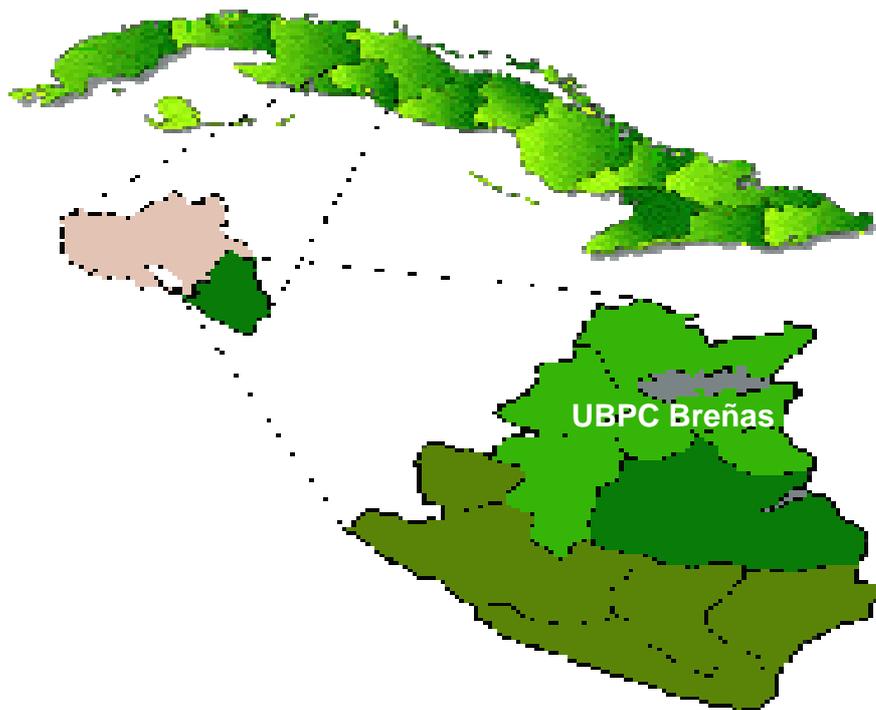
La evaluación de tres variedades de arroz con alternativas de fertilización orgánicas, proporciona el conocimiento necesario para la selección de las

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC “Breñas”.*

mismas en la elaboración de estrategias varietales asociadas a la popularización del cultivo del arroz, partiendo de estudios ecológicos zonales.

### **Diseño Metodológico de la Investigación**

El trabajo se realizó durante tres años en la UBPC de Cultivos Varios “Breñas”, (Finca municipal de arroz), perteneciente a la Empresa Cítricos “Arimao”, del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos. Ubicada en el Consejo Popular de “Crespo”; con los siguientes límites físicos: Al norte el canal magistral, Al sur con la Ciudad de Cumanayagua, al este con la comunidad “El Tabloncito”, y al oeste con la CPA “Mártires de Cumanayagua”.



Cuenta con 268,4 ha, de ellas 241, 56 ha, dedicadas a los cultivos varios y 14 ha dedicadas al cultivo del arroz (Finca municipal). Su relieve es semiondulado, con pendientes que oscilan entre un 5 y un 30%, el clima es típico de la región con un período poco lluvioso (octubre – abril) y el período lluvioso (mayo - septiembre), la temperatura anual promedio 24°C y la humedad relativa es alta.

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC “Breñas”.*

(tabla1), la vegetación está compuesta por marabú, plantaciones de frutales, bosques artificiales de eucalipto y albicias.

El acceso a las instalaciones es desde Cumanayagua por un terraplén o camino secundario a 500m, cuenta con oficinas, almacén, nave de beneficios, cochiqueras, cuatro tractores, 3 camiones y en cuanto a recursos humanos, cuenta con un administrador, un económico, el jefe de aseguramiento, el de recursos humanos y 150 cooperativistas.

**Tabla 1:** Características edafoclimáticas durante los 3 años de la investigación.

<b>Variables climáticas</b>	<b>Período lluvioso</b>			<b>Período poco lluvioso</b>		
	<b>1<sup>er</sup></b>	<b>2<sup>do</sup></b>	<b>3<sup>ro</sup></b>	<b>1<sup>er</sup></b>	<b>2<sup>do</sup></b>	<b>3<sup>ro</sup></b>
<b>Precipitaciones (mm)</b>	822	688	714	290	492	295
<b>Temperatura (°C)</b>	27	27	26	24	23	23
<b>Humedad relativa (%)</b>	81	80	81	66	78	78

### **Características agroquímicas.**

La UBPC “Breñas” se encuentra sobre un suelo Pardo grisáceo (Hernández y col, 1999), taxonomía, inceptisol (Fundora y Cairo, 1995) con un complejo absorbente de un 95%, fertilidad natural baja, pH medianamente ácido, gravillocidad 6,96% y profundidad efectiva de 75,74%. Los contenidos nutricionales son bajos de forma general (tabla 2)

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

**Tabla 2:** Caracterización inicial en cuanto a elementos químicos del suelo.

<b>Componentes</b>	<b>pH en KCl</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg/100g de suelo)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (mg/100g de suelo)</b>	<b>M. O (%)</b>
<b>Contenidos</b>	5,3	9,8	12,93	2,3
<b>Categoría</b>	Medianamente ácido	Mediano	Mediano	Bajo

**Fuente:** Normas Cubanas 51,52/1999, 65/2000, ISO 10390/1999, Estación Experimental de suelos "Escambray" Instituto de suelo, MINAGRI.

### **Procedimiento.**

Se compararon tres variedades de arroz (LP-5, Reforma, Caribe), con tres variantes de fertilización: 1. Fertilización química (Superfosfato triple, nitrato de amonio y cloruro de potasio), 2. Humus de lombriz y 3. Materia orgánica (Tabla 3)

**Tabla 3:** Características de los materiales orgánicos. Contenidos de nutrientes

<b>Material orgánico</b>	<b>Relación C/N</b>	<b>pH</b>	<b>C.E ds/m</b>	<b>%</b>			
				<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>M.O.</b>
<b>Humus</b>	11,98	7,58	1,05	1,87	0,67	0,54	42,33
<b>Materia orgánica</b>	15,32	7,91	1,6	1,58	0,66	0,50	33,21

**C. E:** Conductividad eléctrica.

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC “Breñas”.*

Según Instituto de Suelo (Plegable, Estación experimental de Suelos Escambray) Valoración de calidad de los materiales orgánicos. (Calidad superior).

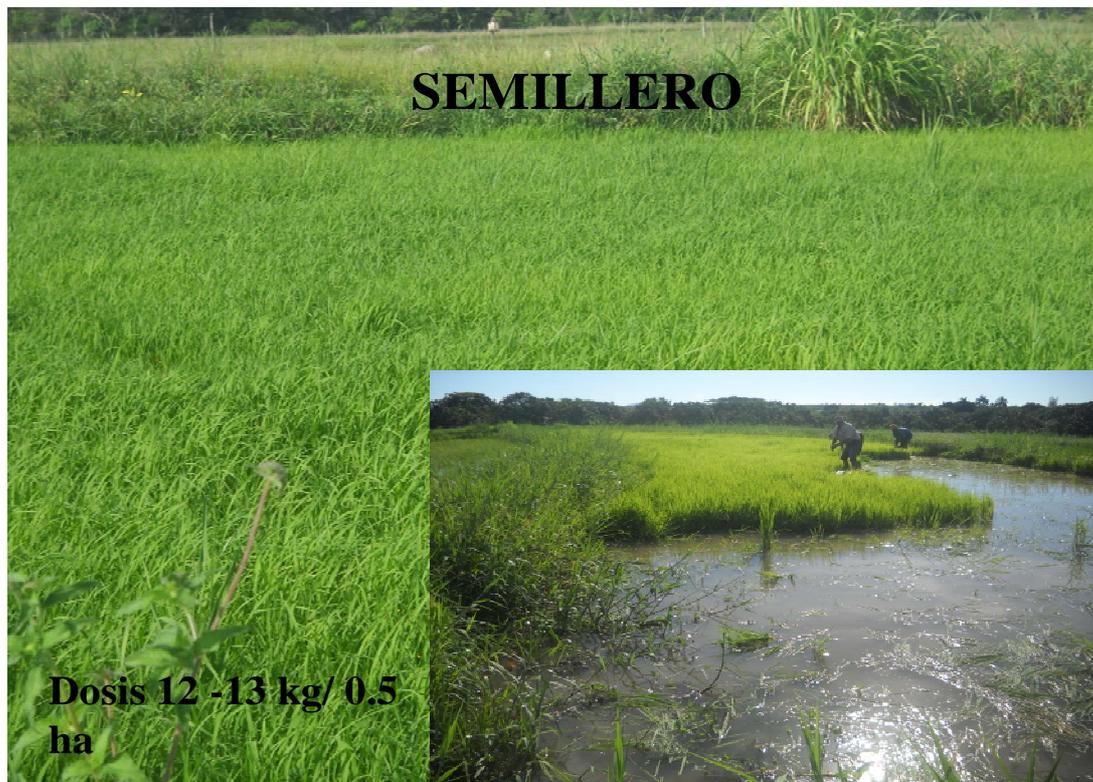
Las parcelas fueron diques en condiciones de producción con un área de 0.05 ha. La preparación de suelos (figura 1), consistió en la limpieza de los diques, fanguero (tracción animal) y alisamiento (Tecnología en agua, con fanguero, García, Hernández, Castillo y col, 2002, Socorro, Sánchez, Ávila, Sanzo y Pérez, 2005). Los mismos se encuentran trazados en curvas de nivel según lo requiere el terreno; existiendo una equidistancia adecuada entre uno y otro.



## **Siembra**

**Figura 1.** Preparación de suelo. Tecnología en agua (fangueo)

La fase de semillero (figura 2) se desarrolló dentro de las áreas de la propia UBPC, utilizando aproximadamente 12 - 13 kg /0.5 ha, lo que permitió la siembra de una hectárea por variedad, realizándose el transplante entre los 15 y 20 días después de germinado, en forma de moteo según indicaciones del Manual del arrocero. (García y col, 2002).



**Figura 2.** Semillero y arranque de postura.

**Fertilización**

*La fertilización química:*

Durante la preparación de suelo después de realizarse la roturación se comienza la fertilización con superfosfato triple, a razón de una tonelada por hectárea luego se aplica la fórmula completa (9 – 13 - 17) con una dosis de 0.5 ton/ha a

los 7 – 10 días de realizado el transplante, mientras que el fertilizante nitrogenado (nitrato) se realizó de forma fraccionada en cuatro ocasiones (dosis a 0.6 ton/ha en cada momento que nos da 4 ton/ha), para favorecer su aprovechamiento por el cultivo coincidiendo con las dosis recomendadas para este cultivo y de acuerdo a las recomendaciones agroquímicas realizadas por la Estación Experimental de Suelo “Escambray”. (Los momentos más importantes son a inicio de ahijamiento, en el cambio de primordio y a inicio del llenado del grano). Además se aplicó de forma foliar urea a los 40 días de realizado el transplante. (Tabla 4)

**Tabla 4-** Fuentes portadoras de fertilizantes químicos. Álvarez, Hernández, Castillo y col, 2002).

<b>Elemento</b>	<b>Fuente portadora</b>	<b>Dosis recomendada</b>
<b>Nitrógeno</b>	Urea	60 – 150 (kg/ha) o 0.112 ton/ha
<b>Fósforo</b>	Superfosfato triple	30 – 70 kg/ha o 0.075 – 0.097 ton/ha
<b>Potasio</b>	Cloruro de potasio	40 – 70 (kg/ha) o 0.075 ton/ha

*Aplicación de fertilizantes orgánicos.*

En todos los casos incluyendo aquellos que se le aplica fertilización química los residuos de cosecha (paja de arroz se incorporan al suelo). La materia orgánica se aplicó en el momento de la preparación con su respectiva incorporación (25 ton/ha), y en el humus de lombriz se aplican a los 7 días de transplantado a voleo, anuales pues se realizan dos cosechas por año en las parcelas, y se efectúan durante la preparación de suelo y antes del transplante de una sola vez, con dosis de 4 tn/ha que permite cubrir los requerimientos del cultivo.

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

### **Variables estudiadas**

- Altura de la planta
- Número de hijos por plantón.
- Número de espigas por planta.
- Largo de la panícula.
- Granos por panícula.
- Peso de 100 gramos.

Para la evaluación de la variable altura de la planta y número de hijos se seleccionaron 20 plantas por parcela de forma aleatoria, realizándose las mediciones a los 25, 38 y 52 días.

Para la determinación del número de espigas, largo de la panícula y número de granos por panícula, se tomó 1 m<sup>2</sup> dentro de la parcela, a partir de los 52 días.

### **Procesamiento estadístico.**

Se realizó un análisis multifactorial, comparándose las medias con el paquete estadístico Spss 11,0 para Windows.

### **Beneficios esperados.**

1. Incrementar los rendimientos del cultivo del arroz.
2. Sustitución de importaciones con la aplicación de alternativas orgánicas.
3. Conservación del medio ambiente, a través del recurso natural suelo.
4. Mejorar las condiciones nutricionales del suelo, y con ello su fertilidad

### **Límites del alcance de la investigación.**

Los resultados de esta investigación pueden ser extendidos a otras unidades de producción con condiciones similares.

## **DESARROLLO**

### **1.1.1. El cultivo del arroz (*Oriza sativa, Lin*).**

#### **ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

El arroz (***Oriza Sativa, Lin***), es una planta herbácea anual que puede medir hasta un metro de altura, de la familia de las gramíneas, originaria de las indias Orientales y propias de terrenos muy húmedos se remota a unos 5 000 años, pues llegó a Europa en como consecuencia de invasión a la India por Alejandro Magno en el año 320 a. c., los griegos lo introdujeron a su país, aunque lo pudieron haber conocido antes, alcanzando amplia difusión por la cuenca del Mediterráneo. Aunque no tenemos documentación que demuestra la existencia del arroz hasta el siglo XVII (Sánchez, 2000).

Los árabes fueron muy eficientes en la expansión del cultivo habiéndolo introducido a Egipto y África oriental, en el norte de Madagascar y luego llevado a Marruecos y España. No se ha podido establecer cuando llegó ni de dónde, el arroz, al hemisferio occidental. Algunos autores piensan que Cristóbal Colón en su segundo viaje en 1493 trajo semillas. En 1580 se hicieron siembras en valle de Magdalena en Colombia. Los holandeses y portugueses, a finales del siglo XVII, lo introdujeron a América del Norte, más exactamente a las Carolinas. (Castellanos, 2001)

Hay dos especies de arroz cultivado, una de origen asiática, *Oryza sativa L.* y otra de origen africano *Oryza glaberrima Stend.* La expansión del cultivo se debe a *O. sativa* puesto que *O. glaberrima* solo existe en el oeste de África. Se cree, por restos de arroz encontrado en el valle de Yan – Kiang de alrededor de 3000 – 4000 años de antigüedad, que su origen es China, principalmente en la India o en la península de Indochina donde *O. sativa* se encuentra en estado silvestre. (Veríssimo, 2000)

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

Se admite que el arroz se propagó del sudeste asiático desde India hasta China en una época intermedia, pero superior a los 3000 a. c. Después fue introducido a Corea y luego a Japón parece ser que en el siglo I A. C. Se piensa que desde China se introdujo el arroz a Filipina, donde se cultiva desde 2000 A. C. Del sur de India llegó a Indonesia y de allí penetró a Ceilán, hoy Sri Lanka. Mas tarde llegó a Asia occidental y a la cuenca del Mediterráneo, parece ser que bajo el imperio persa sembrándose en Mesopotamia, Éufrates, Siria. (Veríssimo, 2000, Castellanos, 2001)

### **CLASIFICACIÓN BOTÁNICA E IMPORTANCIA.**

El arroz es una planta anual más o menos pubescente según las especies de tallos rectos (en algunas variedades a veces flotantes) dispuestos en manojos o haces, de raíces fibrosas capilares y fasciculadas, su última clasificación botánica plantea que se encuentra:

Familia: Poaceae

Sub – familia: Pooidea

Tribu: Oryzae

Género: Oryza

La especie más difundida en el mundo y Cuba es la sativa (*Oryza sativa* L.) Socorro y Martín, 1989).

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cereal alimenticio más importante en América Latina y el Caribe que suministra a quienes lo consumen, más calorías que los alimentos básicos como el trigo, el maíz, la yuca o la papa (CIAT, 2001).

A partir del per cápita anual establecido se infiere que cada cubano ingiere diariamente 120 g de arroz que proporcionan los agentes de nutrientes que se muestran a continuación según Juliano (1985) citado por Socorro, Alemán, y Sánchez, 2001.

**Tabla 5.** Aportes de nutrientes según consumo diario de arroz por persona (120 g) (Juliano, 1985).

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad aportada</b>	<b>% que representa del requerimiento diario</b>
<b>Energía</b>	Kcal	433	18
<b>Proteína</b>	g	7,8	10,8
<b>Grasa</b>	g	1,2	1,6
<b>Vitamina B<sub>1</sub></b>	mg	0,096	8,6
<b>Vitamina B<sub>2</sub></b>	mg	0,024	1,6
<b>Niacina</b>	mg	1,8	10,6
<b>Ácido fólico</b>	mg	12	5,3
<b>Hierro</b>	mg	0,6	4,3
<b>Calcio</b>	mg	4,8	0,6

En estudios realizados como muestra la tabla anterior se comprobó que el arroz proporciona una buena parte de la energía que consume el cubano, así como también las proteínas, vitamina B<sub>1</sub> y niacina, en tanto que tiene determinado grado de participación en el aporte de varios nutrientes para la vida humana. Acorde con los hábitos de consumo de la población, el arroz es mayoritariamente ingerido cocinando el grano blanco y pulido, aunque con

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

frecuencia se cocina en combinación con el frijol negro o rojo (*Phaseolus vulgaris*), que se conoce como arroz congriso. (Socorro y col., 2001)

## **PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ARROZ**

La producción mundial del arroz en la zafra de 1999 – 2000 se vio incrementada en un 2,15 % respecto a la zafra anterior, habiéndose alcanzado el récord de 43 millones de toneladas de arroz base elaborado. El principal país productor fue China con 139 millones de toneladas, seguido por Indonesia con una producción de 32 millones de toneladas de arroz elaborado. (Salgado, 2000).

Según información de USDA, el consumo mundial de arroz elaborado se incrementó en período de 1990 – 1998 en 8 %, mientras que la población mundial lo hizo en un 15 %. El consumo por habitantes y por años se encuentra actualmente en 110 – 140 Kg en los países Asiáticos, 50 Kg en Brasil, 11 Kg en Uruguay y 5 - 6 en la Argentina. (Salgado, 2000).

Los principales países exportadores en el año 1999 fueron (Tabla 6): Tailandia (25%), Viet Nam (18%), los Estados Unidos (11%), y China (11%), manteniéndose vigente este orden hasta el 2009. Los países proveedores de arroz de alta calidad son: Estados Unidos, Uruguay, Argentina y Australia y en menor medida, Tailandia, mientras que los proveedores de granos de menor calidad son: Pakistán, China, y Viet Nam. (Salgado, 2000).

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC “Breñas”.*

**Tabla 6.** Producción de arroz a nivel mundial.

<b>PAÍSES</b>	<b>PRODUCCIÓN(TM)</b>	<b>RENDIMIENTO Kg/Ha</b>
<b><u>MUNDO</u></b>	592 873 253	3.863
<b>CHINA</b>	190 389 160	6.241
<b>INDIA</b>	135 000 000	3.027
<b>INDONESIA</b>	51 000 000	4.426
<b>VIET NAM</b>	32 000 000	4.183
<b>BANGLADESH</b>	29 856 944	2.852
<b>TAILANDIA</b>	23 402 900	2.340
<b>MYANMAR</b>	20 000 000	3.333
<b>JAPON</b>	11 750 000	6.528
<b>BRASIL</b>	10 940 500	3.010
<b>FILIPINAS</b>	12 500 000	3.205
<b>U.S.A</b>	8 692 800	6.963
<b>REP. DE COREA</b>	7 270 500	6.880
<b>COLOMBIA</b>	2 100 000	4.773
<b>PERÚ</b>	1 664 000	5.549
<b>VENEZUELA</b>	737 000	4.913

## **EL ARROZ EN CUBA.**

El arroz en Cuba se introdujo aproximadamente en el año 1828, desde entonces hasta la fecha se ha mejorado las formas y técnicas de producción del cereal. La producción nacional en la actualidad se puede dividir en dos sectores que son:

- Producción especializada de arroz de carácter intensivo con el empleo de tecnologías y recursos materiales y financieros.
- Producción popular de arroz con recursos propios y tecnologías de bajo insumo.

La producción especializada que se desarrolla con garantía de agua (arroz irrigación o de aniego) ha sido fuertemente afectada por los rigores de las restricciones económicas del período especial que ha provocado la reducción de áreas de siembras (en más del 25 %) y de los volúmenes de producción (30 – 40 %) en comparación con los mejores años de la década de los 80. (IIA, 2000).

A partir de 1996 cuando se comienza a potencializar un programa nacional para el incremento de la siembra y producción de arroz por el método de transplante, con la utilización de áreas ociosas (Peláez, 1998), se manifiesta una tendencia de recuperación a juzgar por los resultados obtenidos donde en 1996 se produjeron 6811 miles de qq (139,6 TM) y en 1997 se produjeron 7553,4 miles de qq (155,6 TM) pero no cubre aun las expectativas. (IIA. 1999).

Reportándose en el año 2001, 190 000 t de arroz por la vía popular, 195 000 t en el 2002 y 225 000 t en el año 2003, siendo el plan concebido para el 2004 de 245 000 t. Con respecto a este sistema tenemos que ha ido ganando en organización, registrándose los niveles de siembra y producción, por años, en la tabla 7. (IIA. 2003).

Estas áreas son pequeñas por lo que la siembra de arroz es la mejor variante para los productores, de esta forma utilizan menos cantidad de semillas, hay un mejor control de la maleza y un mayor incremento de los rendimientos (Jonson, 1993).

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

La maleza constituye uno de los factores fundamentales que impiden la obtención de altos rendimientos en el cultivo de arroz en Cuba. Existe una gran diversidad de malezas en los campos de arroz reportándose

**Tabla 7.** Comportamiento de la producción de arroz popular en el período de 1996 - 1999, según el ITCA (2000)

Indicadores	Promedio	Resultados por años			
	1996 - 1999	1996	1997	1998	1999
<b>Cab cosechadas</b>	6978	8172	8230	5545	5963
<b>Producción (Mqqs)</b>	5997	6788	7556	4576	5070
<b>Rendimiento (qqs. cab<sup>-1</sup>)</b>	860	831	918	825	850
<b>Rendimiento (TM. ha<sup>-1</sup>)</b>	2,95	2,85	3,15	2,83	2,95

**Tabla 8:** Producción de arroz y consumo.

Años	Área sembradas (cab)	Producción ton. arroz consumo
<b>1996</b>	6691	111,7
<b>1997</b>	7369	140,6
<b>1998</b>	7866	128,0
<b>1999</b>	8000	150,0
<b>2001</b>	694	14600
<b>2002</b>	784,4	17208

<b>2003</b>	853,4	21764
-------------	-------	-------

La producción del arroz nacional obliga al gobierno a incrementar las importación de este grano de alto consumo entre la población. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

Fuentes oficiales admitieron que las granjas estatales y el movimiento de parceleros, pequeños agricultores dedicados a este cultivo, cosecharon en el año 2004 poco más de 260000 toneladas de arroz, cuando en la zafra anterior se habían recogido 320000 toneladas. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

Del total cosechado en el año 2003, más de 270000 toneladas fueron provistas por ese Movimiento Popular de cultivo de arroz, un proyecto alternativo sustentable puesto en práctica en 1996. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

Datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) indican que la producción arroceras en Cuba había crecido de modo constante a más de 10 % anual en el último.

Cuba con más de 11,2 millones de habitantes compra unas 550 000 toneladas de arroz por año, en especial de Vietnam, China y más recientemente de Estados Unidos, según informe de Alimport, el ente estatal para la importación de alimentos. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

Se estima que actualmente el consumo de este cereal en esta Isla Caribeña es de alrededor de 54 kilogramos por habitantes al año.

La producción arroceras del país descansaba hasta inicio de los años 90 en granjas estatales de grandes extensiones, que requerían elevados insumos de maquinarias, combustible, agua, fertilizantes y herbicidas. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

Sin abandonar el esquema estatal de producción, el gobierno cubano fomenta desde el año 1996 el Movimiento Popular del Cultivo de Arroz, programa que

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC “Breñas”.*

involucra a unos 190 000 productores en un área de 165 000 hectáreas. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

Se estima que las variedades disponibles actualmente en el país 80% son especies mejoradas y el 20% restante corresponden a las tradicionales, de gran arraigo entre el campesinado cubano. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

El Instituto de Investigaciones del Arroz dispuso en todo el país más de 100 jardines de variedades para que los productores de cada provincia puedan escoger las semillas que estimen más adecuadas a las condiciones en su tierra de cultivo. (JICA, Informe de avances N° 3, 2005)

En la Provincia de Cienfuegos el sector no especializado de producción de arroz popular constituido por las CCS, CPA, UBPC, estatales, parceleros y préstamo, al cierre del 2004 obtuvo los resultados que se muestran en las tablas siguientes (Tabla 9 – 12):

**Tabla 9:** Resumen provincial de siembra 2004.

<b>Municipio</b>	<b>U/M</b>	<b>REAL 2003</b>	<b>PLAN 2004</b>	<b>REAL 2004</b>	<b>%</b>
<b>Aguada</b>	Cab	222.3	228.0	233.8	102.5
<b>Abreus</b>	Cab	166.0	166.0	168.4	101.4
<b>Rodas</b>	Cab	146.0	130	135.0	100
<b>Cienfuegos</b>	Cab	29.0	31.0	31.0	100
<b>Palmira</b>	Cab	114.2	122.0	122.0	100
<b>Cruces</b>	Cab	112.5	85.0	88.2	103.7
<b>Lajas</b>	Cab	75.7	72.0	72.5	100.7

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

<b>Cumanayagua</b>	Cab	45.3	44.0	46.0	104.5
<b>TOTAL</b>	Cab	911.0	878.0	897.0	102.2

**Tabla 10** Siembra global transplante.

<b>Municipio</b>	<b>U/M</b>	<b>REAL 2003</b>	<b>PLAN</b>	<b>REAL 2004</b>	<b>%</b>
<b>Aguada</b>	Cab.	212.0	220.0	223.9	107.7
<b>Abreus</b>	Cab	155.0	157.8	155.5	98.5
<b>Rodas</b>	Cab	119.2	117.3	64.0	54.6
<b>Cienfuegos</b>	Cab	29.0	31.0	31.1	100.3
<b>Palmira</b>	Cab	114.2	113.0	96.8	85.7
<b>Cruces</b>	Cab	112.5	85.0	88.2	103.7
<b>Lajas</b>	Cab	75.7	72.0	72.5	100.7
<b>Cumanayagua</b>	Cab	45.3	44.0	46.0	104.5
<b>TOTAL</b>	Cab	862.9	840.1	777.9	92.6

**Tabla 11:** Área cosechada rendimiento y producción (transplantes)

<b>MUNICIPIO</b>	<b>-</b>	<b>TOTA</b>	<b>CPA</b>	<b>CCS</b>	<b>UBPC</b>	<b>ESTA</b>	<b>PARCE</b>	<b>PREST.</b>
------------------	----------	-------------	------------	------------	-------------	-------------	--------------	---------------

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

		L				L	L	
<b>AGUADA</b>	<b>AC</b>	216.6	14.0	122.3	40.5	18.5	18.0	3.3
	<b>R</b>	1205	1183	1217	1187	1190	1195	1204
	<b>P</b>	260920	16557	148783	48080	22015	21512	3973
<b>ABREUS</b>	<b>AC</b>	155.5	5.9	68.3	10.3	27.2	40.0	3.8
	<b>R</b>	1183	1092	1207	1128	1070	1248	1158
	<b>P</b>	183920	6440	82426	11620	29114	49920	4400
<b>RODAS</b>	<b>AC</b>	55.2	7.3	7.3	13.9	10.3	15.4	1.0
	<b>R</b>	1209	1082	1162	1467	1250	1037	1120
	<b>P</b>	66735	7902	8480	20392	12875	15966	1120
<b>CFUEGOS</b>	<b>AC</b>	31.1	0.9	1.6	11	0.7	26.8	-
	<b>R</b>	1000	949	863	1182	904	1005	-
	<b>P</b>	31100	854	1380	1300	633	26933	-
<b>PALMIRA</b>	<b>AC</b>	93.2	8.9	34.2	18.0	7.8	22.3	2.0
	<b>R</b>	945	808	792	1203	1567	853	648
	<b>P</b>	88075	7193	27079	21649	12230	19027	1296
<b>CRUCES</b>	<b>AC</b>	85.8	2.3	31.3	13.3	3.4	35.2	-
	<b>R</b>	1121	1057	1125	947	1004	1198	-
	<b>P</b>	96154	2430	35548	12600	3415	42161	-

Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (*Oriza Sativa Lin*) en la UBPC "Breñas".

<b>LAJAS</b>	<b>AC</b>	67.5	0.5	18.0	1.5	-	47.5	-
	<b>R</b>	1104	1100	1104	480	-	1123	-
	<b>P</b>	74510	550	19880	720	-	53360	-
<b>CYAGUA</b>	<b>AC</b>	45.8	0.1	13.1	8.1	4.6	19.9	0.02
	<b>R</b>	986	820	943	1085	956	989	850
	<b>P</b>	45164	82	12350	8791	4400	19524	17
<b>TOTAL</b>	<b>AC</b>	750.7	39.9	296.4	106.7	72.5	225.1	10.1
	<b>R</b>	1128	1053	1133	1173	1168	1104	1070
	<b>P</b>	846977	42008	335926	125152	84682	248403	10806

AC: Área cosechada (Cab.)    R: Rendimiento (q/ cab)    P: Producción (qs)

**Tabla 12** Área cosechada rendimiento y producción global

<b>MUNICIPIO</b>	<b>-</b>	<b>TOTAL</b>	<b>CPA</b>	<b>CCS</b>	<b>UBPC</b>	<b>ESTAT</b>	<b>PARC</b>	<b>PREST</b>
<b>AGUADA</b>	<b>AC</b>	225.1	14.0	130.8	40.5	18.5	18.0	3.3
	<b>R</b>	1199	1183	1206	1187	1190	1195	1204
	<b>P</b>	269836	15757	157699	48080	22015	21512	3973
<b>ABREUS</b>	<b>AC</b>	162.3	6.2	73.3	11.8	27.2	40.0	3.8
	<b>R</b>	1174	1113	1187	1120	1070	1248	1158

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

	<b>P</b>	190580	6900	87026	13220	29114	49920	4400
<b>RODAS</b>	<b>AC</b>	129.9	12.0	25.7	22.8	16.3	52.1	1.0
	<b>R</b>	1003	985	989	1053	1084	964	1120
	<b>P</b>	130256	11820	25423	24016	17677	50200	1120
<b>CFUEGOS</b>	<b>AC</b>	31.1	0.9	1.6	1.1	0.7	26.8	-
	<b>R</b>	1000	949	863	1182	904	1005	-
	<b>P</b>	31100	854	1380	1300	633	269933	-
<b>PALMIRA</b>	<b>AC</b>	112.4	8.9	34.2	28.7	11.0	27.6	2.0
	<b>R</b>	979	808	792	1140	1367	965	648
	<b>P</b>	109988	7193	27079	32731	15043	26646	1296
<b>CRUCES</b>	<b>AC</b>	85.8	2.3	31.6	13.3	3.4	35.2	-
	<b>R</b>	1121	1057	1125	947	1004	1198	-
	<b>P</b>	96154	2430	35548	12600	3415	42161	-
<b>LAJAS</b>	<b>AC</b>	67.5	0.5	18.0	1.5	-	47.5	-
	<b>R</b>	1104	1100	1104	480	-	1123	-
	<b>P</b>	74510	550	19880	720	-	53360	-

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC “Breñas”.*

<b>CYAGUA</b>	<b>AC</b>	45.8	0.1	13.1	8.1	4.6	19.9	0.02
	<b>R</b>	986	820	943	1085	956	981	850
	<b>P</b>	45164	82	12350	8791	4400	19524	17
<b>TOTAL</b>	<b>AC</b>	859.9	44.9	328.3	127.8	81.7	267.1	10.1
	<b>R</b>	1102	1033	1116	1107	1130	1087	1070
	<b>P</b>	947588	463386	366385	141458	922297	290256	10806
		22012.5	1077.5	8511.1	328.1	2144.1	674.6	251.1

**Fuente:** MINAGRI. Unidad de Arroz popular Cienfuegos

La provincia de Camaguey, 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 ton. de arroz húmedo con cáscara, teniendo como estimado para el 2010 13800 ton. de las 40 000 ton. que debe lograr la provincia (Tejera, 2010).

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

Varela (2010), hace referencia dentro de los logros nacionales los alcanzados por la CPA "27 de noviembre", de Güines dentro de las 9 existentes de la provincia de la Habana, además de los 300 pequeños productores que posibilitarán un ahorro de 2 800 dólares según los precios actuales en su adquisición en el mercado internacional. Es de destacar la producción estimada para el año 2010 en San Nicolás de Bari que debe llegar a 14 000 ton.

### **ECOLOGÍA DEL CULTIVO.**

El arroz es un cultivo típico de zonas tropicales o subtropicales y se concentra en las de climas húmedos. En territorios templados depende de las condiciones de temperatura y radiación solar. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

En las tierras altas y cuando no se utiliza la inundación, las lluvias determinan la distribución de las áreas de cultivo del arroz. El cultivo en secano es el sistema predominante en India y en el Cerrado brasileño, mientras que en China, el mayor productor mundial, se cultiva con riego por inundación. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

En Cuba se diferencian dos épocas de siembra que son: época de seca o también conocida como siembra de frío y época de lluvia o siembra de primavera. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

La delimitación de estas dos épocas de siembra lo determina fundamentalmente la incidencia de bajas temperaturas en los meses fríos del año y el comportamiento de la población de insectos ***Sogatodes oryzicola***, (García y col. 2002).

El arroz es una planta termófila por lo tanto, las bajas como las altas temperaturas, influyen sobre su comportamiento, limitando el desarrollo de las variedades en muchas áreas arroceras del mundo por los diferentes valores de temperaturas para cada fase de desarrollo de la planta de arroz. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

Según boletín de reseña (1983) la intensidad del daño por bajas temperaturas depende de varios factores, época, desarrollo, densidad, humedad del suelo. Cuando las temperaturas son muy bajas en el crecimiento se alarga el ciclo, el número de panículas es bajo o no las produce y el rendimiento se reduce, cuando la temperatura media mensual está por debajo de los 20° C se limita el crecimiento, se alarga el ciclo vegetativo, de acuerdo a la variedad. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

La temperatura mínima para que crezca el arroz es de 10° C y la óptima está en torno a 30° C. En las zonas templadas, las temperaturas inferiores a 15° C durante la formación de las panículas provocan la esterilidad de las flores, y por tanto disminuye mucho el rendimiento. Una forma de evitar este problema consiste en elevar la altura de la lámina de agua para que actúe como regulador térmico y proteja la yema o primordio floral de los efectos del frío. La temperatura afecta así mismo a la duración del período vegetativo, alargándolo o acortándolo según sean los promedios térmicos más bajos o más altos. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

La radiación solar ejerce un papel importante, sobre todo en las zonas templadas, en las que la duración del día resulta mayor en primavera, la época de desarrollo de la planta, que en las zonas más próximas al ecuador. Esta condición de las zonas templadas hace posible obtener rendimientos superiores, debido al incremento del tiempo de que dispone la planta para la fotosíntesis. Además, la mayor tasa de radiación permite que las plantas utilicen de modo más eficaz el nitrógeno, aumentando la productividad. Necesitan más luz en el período comprendido entre el inicio de la formación de las panículas y el estado de grano pastoso. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

La siembra en la época de frío comienza en el mes de diciembre y termina en el mes de febrero. Las mejores siembras de la época de frío se enmarcan en los meses de diciembre y enero que es cuando se obtienen los mejores

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

rendimientos, así como también del año, ya que los mejores rendimientos en Cuba se obtienen en esa época. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

El arroz es una especie de día corto (necesita un mínimo de horas de oscuridad para florecer), aunque actualmente hay material genético con una gran variabilidad en lo que se refiere al fotoperíodo. En las zonas tropicales, como resulta el caso de Cuba se utilizan cultivares mejorados, indiferentes a este factor, que permiten cultivar el arroz durante todo el año. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

En las zonas de clima templado los cultivares más productivos son los más sensibles al fotoperíodo, pues en las condiciones de estos climas la planta completa su ciclo antes de la llegada de los perjudiciales fríos del otoño. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

En Cuba la baja disponibilidad de agua en la época poco lluviosa y de bajas temperaturas no permite realizar grandes volúmenes de siembra como ocurre en la primavera. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

En la época de lluvias, se siembra el 70% del total del área anual, comprende los meses de marzo hasta julio inclusive, siendo los meses de abril y junio los que mejores resultados ofrecen. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000)

El método por transplante es importante para el desarrollo del arroz en los países tropicales porque se logran plantas más fuertes y con mayor desarrollo de las hojas productivas, además es un método que tiene gran aceptación por los productores tanto en el sector popular como especializado. En Cuba en la actualidad hay una tendencia a incrementar la siembra por transplante para aumentar los rendimientos. (Socorro y Martín, 1989; Veríssimo, 2000).

Dentro de los factores que más afectan la absorción de las sales está la temperatura, la luz, la concentración de hidrógeno, la concentración de oxígeno, la interacción de los elementos minerales y el contenido de agua en el suelo entre otros. (Vázquez y Torres, 2007)

La luz y la temperatura (tabla 13) son elementos de gran importancia en los procesos de fotosíntesis y respiración donde se adquiere la energía necesaria para la absorción pasiva. (Vázquez y Torres, 2007)

**Tabla 13.** Relación entre las temperaturas y las diferentes etapas del cultivo del arroz.

<b>Fase desarrollo</b>	<b>Temperatura mínima (° C)</b>	<b>Temperatura óptima (° C)</b>	<b>Temperatura máxima (° C)</b>
<b>Germinación</b>	8 -13	30 - 35	40 - 42
<b>Ahijamiento</b>	19	30 - 34	40 - 43
<b>Fase vegetativa</b>	12	28 - 30	36 - 42
<b>Fase generativa</b>	13	26 - 32	38
<b>Floración</b>	22	30	36
<b>Llenado del grano</b>	12	20 - 25	

Existe muy poca referencia acerca de la relación existente entre el viento y el desarrollo vegetativo del arroz. En determinadas ocasiones puede provocar el arranque de pequeñas plantas, sobre todo si es de trasplante. En variedades de alto porte puede provocar el acamado. (Socorro y Martín, 1989)

Esto trae como consecuencia grandes daños en las panículas en el momento de la floración y también cuando los granos ya están maduros, ya que pueden germinar o simplemente perderse por no ser cosechado cuando la planta se acuesta en el suelo. Los vientos secos y calientes causan quemaduras en la planta, deteriorando el área foliar al destruir los extremos de las hojas lo que provoca el aborto de los granos durante su formación. (Socorro y Martín, 1989)

## **TECNOLOGÍA DEL CULTIVO**

Las diversas condiciones de suelo y clima del país han favorecido el desarrollo de diferentes tecnologías de cultivo, lo que enriquece el acervo cultural sobre el cultivo existente en el país. (Socorro y Col., 1987) citado por (Socorro y col., 2001).

Los principales países de altas producciones de arroz bajo condiciones de riego utilizan de 200 – 230 m<sup>3</sup> de agua para producir un qq de arroz húmedo. Para alcanzar este índice hay que obtener un rendimiento promedio de 3,5 t. ha<sup>-1</sup> sobre la base de utilizar una norma ponderada en el año de 15 000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Las pérdidas del rendimiento varían de acuerdo al sistema de siembra, siendo mayor en la siembra directa que en transplante. El 100% de las siembras en el sector especializado (estatal) se efectúa de forma directa, constituyendo el control químico, las altas densidades de siembra y la lámina de agua los aspectos principales en el control de las malezas. En el sector de la producción popular (parceleros, campesinos y autoconsumo) utilizan sistemas de siembra empleando para el control de malezas en el caso de la siembra directa en seco la escarda manual, el azadón y el cultivador tirado por los animales. En la siembra directa se utiliza la escarda manual y el control químico pero este último solo en un pequeño porcentaje de las áreas.

La escasez de suministros de herbicidas en este sector popular indujo a los productores a usar el método de transplante como una alternativa para contrarrestar las afecciones por malezas, incrementándose las áreas de siembra por este método hasta el 45% del total del área bajo riesgo (Alemán, 2004).

El transplante en Cuba se realiza de forma manual con una distribución al azar y una densidad de plantación de 33 nido/m<sup>2</sup> 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).

Según Tanaka, K y M Kano (2001), un aumento de la densidad de plantación a través del sistema de transplante combinado con una lámina de agua profunda (10 cm) produce un buen control de la maleza sin necesidad de aplicar herbicidas.

Una de las limitantes principales para la mayor extensión del transplante en áreas de riego en Cuba es la falta de mano de obra especializada en esa labor y el alto costo de esta actividad que incrementa excesivamente el costo del cultivo, además de una ausencia total de maquinaria especializada en esa labor. (Socorro y col., 2001)

La combinación de una adecuada densidad de plantación con un manejo de lámina de agua alta y un sistema de transplante podría constituir una posible solución para el control de maleza, el aumento de las áreas de siembra y rendimiento en el sistema por transplante en nuestro país. (Socorro y col., 2001)

El hecho de transplantar el arroz no es nuevo para muchos productores que usan este método, sin embargo a lo largo y ancho de toda Cuba, desde las provincias de más experiencias hasta las de menos se detectan deficiencias que afectan los rendimientos y producciones como:

- Forma de pregerminación
- Forma de pregerminar las semillas y echar un semillero.
- Densidad y edad de las posturas.
- Forma de fertilizar y regar, etc.

De ellas muchas son por la falta de conocimientos y otras por el hábito del cultivo. (Socorro y col., 2001)

Ante las nuevas metas de la producción del Programa de Arroz Popular y la tendencia creciente de usar el método de transplante como alternativa en la producción popular del arroz; la tecnología de transplante es nueva para todos por los siguientes beneficios:

- Permite mayor rendimiento agrícola que otros métodos.

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

- Reducir el costo de producción por no usar los herbicidas, menos consumo de agua y semilla.
- Permite más cosechas al año.
- Es un método efectivo en las áreas mezcladas y con presencia del arroz rojo.
- Es una alternativa para producir el arroz en las entidades estatales de pocos recursos tanto humanos como materiales.

En la actividad el sector no especializado de producción de arroz popular está constituido por tres formas principales de producción:

- CCS y CPA – 45%
- Instituciones estatales y organismos 30%
- Productores individuales 25%.

A principio de los años 90 solo se habló en Cuba de siembras de arroz de riego (con lámina de agua) en grandes planicias de topografía llanas (ITCA, 1984), con tecnologías especializadas y grandes gastos en insumos, hoy en día es necesario tener en cuenta el cultivo bajo condiciones de secano (que depende fundamentalmente de las lluvias)

Y que constituye alrededor de 40% de las áreas de arroz popular, como se puede apreciar a continuación:

- ✓ % del área cerrada con riego en los meses secos del año (diciembre – abril) 20%.
- ✓ % del área sembrada en meses lluviosos del año (mayo – agosto) 40%.
- ✓ % del área sembrada en condiciones de secano (solo depende de las lluvias de mayo – agosto) -40.

En cuanto a la lámina de agua hay una reducción significativa en el ahijamiento cuando se establecen láminas de 15 cm en la fase de inicio de ahijamiento siendo recomendables láminas de 5 – 10 cm. Los mayores rendimientos se

obtienen bajo condiciones de aniego en comparación con el suelo húmedo (secano). (Boletín de reseñas, 1983).

Una práctica que se ha ido extendiendo desde la zona occidental hasta el norte del país es el empleo del trasplante, de la misma manera que se realiza en los países asiáticos. (Socorro y col., 2001)

El trasplante garantiza además una población uniforme que constituye un factor primordial en la obtención de altos rendimientos, del orden incluso de las 10 t. ha<sup>-1</sup> en algunos casos donde la media nunca es inferior 5 t. ha<sup>-1</sup> (Lerch, 1972). Si lo comparamos con los rendimientos obtenidos en las áreas de producción especializadas de arroz en Cuba, debemos señalar que estos valores de hasta 10 t ha<sup>-1</sup> también se pueden alcanzar en campos de producción con la aplicación de una alta y depurada tecnología, aunque ello no es muy común. (Socorro y col., 2001).

El método de trasplante de arroz se siembra a gran densidad (1500 – 2000 Kg. de semilla por ha) en un terreno reducido denominado almacigo y permanecen allí por un término de 50 – 100 días, consumiendo por tanto, menos agua que se estuviera en el terreno definitivo. Al cabo de este tiempo, las plántulas, son trasplantadas para terrenos definitivos aun distanciamiento de 20 – 25 cm. Entre golpe y de 4 – 8 plantas por golpe también se puede sembrar en hileras distanciadas 30 cm. Entre golpe. (MINAGRI, 2000).

En la granja Briones Montoto en Pinar del Río, con la colaboración China, se ha obtenido en 12 cab un rendimiento de 1020 qq. Cab<sup>-1</sup>, utilizándose una tecnología que consiste en ampliar un estrés hídrico, al retirar el agua a la planta aproximadamente a los 60 días de haber germinado la semilla. En un lapso de 10 – 15 días de seca, los hijos infértiles mueren y ello permite que los fértiles aprovechen todos los nutrientes y se desarrollen con más vigor. Además se fortalece el sistema radicular y todo se traduce en mayor abundancia al cosechar. (Suárez, 2000).

La fertilización es un aspecto a tener en cuenta para lograr buenos rendimientos en el cultivo del arroz. Con una correcta aplicación de fertilizante se pueden incrementar los rendimientos aproximadamente en un 30%. La práctica de la fertilización del arroz contempla la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio fundamentalmente. (Socorro y Martín., 1989).

La urea es el más popular de los fertilizantes nitrogenados, pero no por ello puede considerarse el ideal, la urea en los suelos anegados es hidrolizada a carbonato de amonio, tal conversión ocurre más rápidamente en los suelos anegados y con altas temperaturas, sugiriéndose en tal sentido que debe retrasarse de 2 - 3 días el aniego después de aplicar la urea, para favorecer la formación de carbonato de amonio. (Socorro y Martín., 1989).

La eficiencia del fertilizante nitrogenado aplicado está dado por la cantidad de arroz producido por cada Kg. de nitrógeno añadido, las mejores dosis que se deben aplicar en cada época del año resulta ser de 160 – 18 Kg. ha<sup>-1</sup> para la época seca y de 80 - 120 Kg. ha<sup>-1</sup> para la época de lluvias. Otro factor que influye para la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado es el momento de aplicación, la cual hace mejores resultados con su fraccionamiento de la dosis total en tres partes en siembra, en el ahijamiento y en el cambio de primordio. (INRA, 1975; Socorro y Martín., 1989).

La efectividad de los fertilizantes fosfóricos no siempre, ni en todos los tipos de suelos, se manifiestan cuando se aplica fósforo al suelo no inundado ya que se combina el hierro, aluminio y calcio se forman compuestos como fosfato de aluminio, de hierro o fosfato tricálcicos que son insolubles o inasimilables por la planta. La inundación del suelo favorece la formación de formas solubles de fósforo. (INRA, 1975; Socorro y Martín., 1989).

Las aplicaciones de fertilizantes fosfóricos, en Cuba, se hacen empleando como fuente el superfosfato triple que tiene un 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, este se aplica en el caso de la siembra en seco, en aguas claras y seco fanguero, durante la preparación

del suelo; en el caso de las siembras con fanguero se aplica después del drenaje de siembra. (INRA, 1975; Socorro y Martín., 1989).

Cuando la planta está bien provista de nitrógeno, adquiere un gran desarrollo de raíces y tallos, mayor ahijamiento y tiene un color verde intenso señal de su elevado contenido de clorofila, su utilización es muy delicada y su exceso, así como su déficit, tiene incidencia importante sobre los rendimientos. (INRA. 1975)

Un exceso trae como consecuencia; el aumento de área foliar, aumento de la duración del ciclo o atraso de la maduración, esterilidad de las espiguillas, tendencia al acamados y menor rendimiento, mientras un déficit provoca disminución en el número de hijos por plantón, del número de espiguillas por panículas y de tanto por ciento de granos bien desarrollados, todo esto contribuye a una disminución de los rendimientos. (INRA. 1975).

Aunque el cultivo de arroz absorbe potasio continuamente desde la plantación hasta la cosecha, hay ciertos períodos críticos durante los cuales una alimentación deficiente de este elemento provoca disminuciones del rendimiento. Por ejemplo la absorción de potasio en pleno ahijamiento aumenta el número de panículas y de granos y la absorción después de la formación de panículas aumenta sobre todo el peso de 10 000 granos. Por otra parte ha quedado demostrado el antagonismo que existe entre el nitrógeno y el potasio. (INRA. 1975)

En general, la deficiencia de potasio y el exceso de nitrógeno disminuye la resistencia a las enfermedades, mientras que el exceso de potasio y la deficiencia de nitrógeno la aumentan, por tanto, si el antagonismo potasio – nitrógeno tiene influencia sobre la resistencia a las enfermedades, es recomendable la aplicación de altas dosis de potasio. La aplicación fraccionada de potasio produce buenos resultados, para ello se aplica la dosis total dividida 50% antes de la siembra y el otro 50% junto con la última aplicación del fertilizante nitrogenado. (Socorro y Martín., 1989).

**Tabla 14** Las recomendaciones dadas por el ITCA del 2000.

Fertilizantes a aplicar en (ton. cab <sup>-1</sup> )	Rendimiento agrícola en (qq. cab <sup>-1</sup> )							
	800	900	1000	1200	1300	1400	1500	1800
<b>Urea</b>	2,8	3,0	3,5	4,3	4,7	5,1	5,5	6,5
<b>S. triple</b>	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8
<b>CLK</b>	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,6

Una de las alternativas de fertilización que tiene gran interés y perspectivas en nuestro país es el empleo de sesbania (***Sesbania rostrata***) como abono verde. Esta leguminosa, presenta dentro de sus características la posibilidad de desarrollarse en condiciones similares al del arroz: posee buenas cualidades en cuanto a la capacidad de la fijación de nitrógeno atmosférico, ya que la bacteria ***Azorhizobium caulinodans***, produce gran cantidad de nódulos en la parte superior de la planta (tallos y ramas) que puede aportar hasta 80 Kg. ha<sup>-1</sup> de nitrógeno para la subsiguiente cosecha de arroz. (Veríssimo, 2000, García, 20002)

Dada sus características de crecimiento rápido en los meses de altas temperaturas esta leguminosa es capaz de aportar hasta 30 – 40 t. ha<sup>-1</sup> de biomasa en un período no superior a los dos meses de edad, en tanto que el desarrollo radicular profundo beneficia las condiciones del suelo. (Veríssimo, 2000)

En resumen, que esta planta puede contribuir decisivamente como un componente principal de fertilización del cultivo del arroz, con la ventaja de no producir contaminación alguna y de no requerir de gastos específicos para su cultivo. (Socorro y col., 2001).

Otra alternativa es la utilización de bacterias **Azospirillum brasilense**, en un experimento que se llevó a cabo sobre dos subtipos de suelos y utilizando la variedad Amistad – 82, se realizó la inoculación líquida con la sepa **A. brasilense** Sp7 (ATCC 29145), demostrándose que la bacterización en esta variedad puede ahorrar el 33% de fertilizante nitrogenado y un momento de aplicación. (Velasco y col., 1999).

Sin embargo en el instructivo técnico de suelo, fertilización, post cosecha e impacto social, plantea que en la Estación Experimental de Arroz del Sur del Jíbaro, durante la campaña de seca 2002 – 2003 se evaluó el efecto de 5 (cinco) fuentes de materia orgánica (estiércol vacuno, ovino, gallinaza, cachafé y cachaza) y en mezcla con el 50% de la fertilización mineral en el rendimiento agrícola de la variedad de arroz J – 104.

En cuanto a las fuentes orgánicas quedó demostrado que el efecto en el rendimiento agrícola se obtuvo con el estiércol ovino con diferencias significativas con los restantes tratamientos. (Sanzo. 2003).

### **Plagas más importantes del cultivo.**

Dentro de las plagas más importantes del cultivo podemos mencionar:

1. Chinchas (**Oebalus Insulario Stal**).
2. El picudo acuático (**Lissorhoptrus brevisrostris suff.**).
3. El complejo ácaro – hongo, a partir del año 1997, (**S. spinque – S. Oryzae**)

Las chinchas se alimentan de los granos de arroz tierno durante la fase de llenado y madurez, sobre todo cuando están en estado lechoso. El daño lo ocasiona al extraer el contenido de los granos por su aparato bucal picador – chupador. Si el ataque es severo se producen pérdidas apreciables ya que los granos afectados pueden quedar vacíos o sumamente dañados, fragmentándose posteriormente al momento de molinarce. (Socorro y Martín, 1989).

Para el control de las chinches, se aplican productos fosforados de fuerte efecto de contacto y baja residualidad. Este insecto se encuentra fundamentalmente en lugares con malezas del género Echinocloa por lo que la eliminación de esta será la primera medida. (ITCA, 2000).

**Saracladiun oryzae** (hongo), provoca el síndrome del avinado de la panícula y la pudrición de la vaina de la hoja de la planta de arroz, está reportado en Cuba desde 1997 y a coincido en las áreas afectadas con el ácaro **Steneotarsonemus spinki**, indicando ello, que su presencia a dependido del ataque de este tipo de ácaro. Actualmente es la 2<sup>da</sup> enfermedad con importancia en nuestro país por la intensidad de los daños en la emersión de las panículas y el vadeado de los granos. (ITCA, 2000).

Los daños se presentan en la parte superior de la vaina en el estado preñes o embuchamiento, las principales prácticas para el control son; el control del ácaro **S spinki**, tratamiento de semillas con Benomil más TMTD, determinación de los fungicidas más apropiados, uso de las variedades existentes, manejo de fertilización de nitrógeno y potasio. (ITCA, 2000).

El ácaro **S spinki** es el más pequeño de los **Tarsonémidos**, en Cuba se reportó desde 1997 y los años más severos fueron en 1999. La sintomatología de los daños consiste en manchas carmelitas o bronceadas en el interior de la vaina de las hojas, siendo más oscura y con mayor dimensión cuando más elevada es la población del ácaro. (ITCA, 2000).

Los daños han provocado grandes pérdidas, tanto de consumo como de semilla, en 1998 se estimó un área afectada del 21% y 2 000 TM de afectación. La producción de arroz en 1998 decreció en 4 441, 3 miles de qq (87,2 MT), lo cual estuvo influenciado además por la sequía del primer semestre del año. Para 1999 se estima una producción ascendente a 5,5 millones de qq (118 000 ton) que solo cubre alrededor del 23% de las necesidades (IIA. 1999; ITCA, 2000.).

En raquis de la panícula se acumulan altas poblaciones y se observan daños que pueden explicar el vadeado de los granos, pues estos presentan marchites,

necrosis e interrupción en el mecanismo de circulación de los nutrientes de las hojas banderas a los granos. También causan daños sobre el grano en formación, caracterizado ello por deformación y bloqueo en su crecimiento, encontrándose asociada esta afectación con la saliva tóxica de los tarsonémidos. (IIA. 1999)

Para su control existe un programa de manejo integrado donde se encuentra; control agrotécnico, eliminación de restos de cosecha, desinfección de canales de riego con herbicida u otra forma que elimine la vegetación indeseable, utilización de variedades resistentes, iniciar la siembra lo más temprano posible (campaña de frío), rotación de cultivos entre otras, control biológico, priorizar el uso de medios biológicos para el control de palomillas, picudo chinche, de tal forma que los tratamientos químicos sean solamente para el ácaro (Hostathion).

El **B. Thuringiensis**, quedará como una alternativa para las áreas de popularización, control químico, no resulta fácil, debido a su ubicación y hábitos de vivir en cara interior de las vainas, no obstante se ha obtenido buen control de la plaga con Mocap y Hostathion tanto en el laboratorio como en el campo. (ITCA, 2000)

El picudo acuático de arroz es una plaga que causa daños de consideración todos los años. Los adultos se alimentan del follaje, el que daña de forma característica haciéndole raspaduras lineales que pueden alcanzar una longitud de unos 6 mm y un ancho promedio de 0,45 mm, pero estas lesiones no tienen importancia económica. (Álvarez y col, 2002)

El daño principal es el producido por las larvas que se alimentan de las raíces, podándolas intensamente cuando existe una fuerte infestación de la plaga, se debilitan las plantas, toman una coloración amarillo – naranja, se pueden acamar fácilmente y pueden provocar la muerte total de las plantas. (Socorro y Martín., 1989).

En las áreas que tradicionalmente presentan incidencias de picudo acuático se tratarán con **metal hizium** al menos dos veces, la primera aplicación abarcará

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

los canales de riego y la segunda será cuando aparecen los adultos para aparearse. La mejor práctica para evitar los daños del picudo es el control de su estado adulto, empleando el biopreparado de metal hizium anisopliae en caso de continuar la incidencia, aplicar tamarón o karate, para el control de la larva se empleará el fipronil teniendo en cuenta la relativa baja de toxicidad de este nuevo insecticida con respecto al carbofuran. (ITCA, 2000).

Las principales variedades comerciales a utilizar en el 2000 al 2004 son: J – 104, Perla, IACUBA – 25, IACUBA – 19, IACUBA – 28, IACUBA – 30, LC88 – 86, IACUBA – 29, LP 5, LP 4, LP 7, UN20 – 84, IR 15 – 29, AMISTAD 82. (García y col, 2002; Suárez 2009)

### **Abonos orgánicos**

Son aquellas fuentes de nutrientes para las plantas que tienen un origen netamente, es decir, toda sustancia de origen animal, vegetal o mixto, que se añade al suelo con el objetivo de mejorar sus características, físicas, químicas y biológicas (Schoning y Wichmann, 1990).

Entre los más representativos están los estiércoles y residuos de las producciones animales, el compost, humus de lombriz o vermicompost, cachaza, abonos verdes, turba y guano de murciélago. En Cuba su uso se ha multiplicado en los últimos años como sustitutos de los fertilizantes químicos y como mejoradores de las propiedades de los suelos. Se emplean como sustratos en la agricultura urbana, en semilleros, viveros y en aplicaciones directas en cultivos varios, frutales y pastizales. (Delgado, 2006, Martínez, 2006)

Esta clase de abonos no solo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que, además, influyen favorablemente sobre la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes a la biología del suelo, favorecen la formación de dióxido de carbono y a la microflora y microfauna en general. Contienen N en cantidades variables. Son fuente de nitrógeno de liberación lenta pero estable (Primavesi, 1984, Cairo, P. 1986).

### **Humus de lombriz**

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

El humus de lombriz se convierte en un fertilizante orgánico de gran importancia para la agricultura sostenible, dado su contenido de nutrientes y de sustancias bioactivas. Al aplicarlo en las áreas especializadas del Instituto Politécnico Agropecuario Rigoberto Batista no se contamina el medio ambiente, se mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, a la vez que se disminuyen los costos de producción. (Delgado, 2006, Martínez, 2006)

### **Materia orgánica (Estiércol).**

El estiércol consiste en excretas de ganado puro o mezclado con diferentes tipos de materiales usados como cama. Estos compuestos sufren inicialmente un proceso de fermentación aeróbica, con producción de CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> y N elemental. El resultado final es la producción de humus. Debido a la elevada pérdida de CO<sub>2</sub>, durante el proceso de fermentación hay una considerable variación del volumen del estiércol.(Cairo,1986)

La composición de los diferentes estiércoles es muy variable y generalmente depende de la dieta que se le suministre al animal. (Delgado, 2006, Martínez, 2006)

### **Abonos verdes.**

El aprovechamiento de las especies leguminosas dentro del plan de rotación y asociación de cultivos, y como abono verde, es una alternativa de bajo costo para mantener y recuperar la fertilidad del suelo. En este sentido se ha promocionado sus ventajas ecológicas y económicas ampliamente, especialmente como una forma de aportar nitrógeno al suelo. En la actualidad se viene desarrollando mezclas de plantas con el fin de lograr un mejor balance nutricional y mejores niveles de materia orgánica en el suelo. (Altieri, 1997, Roosset, 1999)

Esta práctica consiste en la incorporación de tejido vegetal verde al suelo. En particular, algunos cultivos de crecimiento rápido como Canavalia, Frijol Terciopelo, y Sesbania (Especie recomendada para el cultivo del arroz) etc (García y col, 2002).

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

Para asegurar la adopción de esta tecnología se ha optado por recomendar el uso de especies leguminosas con cultivo económico (frijol en diques de arroz), u otra variante que puedan cosecharse sus frutos en estado tierno y ser ofertadas en el mercado, donde tengan una amplia demanda, de esta manera la parte vegetativa puede ser incorporada al suelo o dejarlo como cobertura muerta obteniéndose buenos resultados. (Kolmans y Vázquez, 1996; Espinosa, 1994)

Esta alternativa requiere una mayor innovación y promoción para que forme parte de los sistemas de producción. Para garantizar su adopción la especie seleccionada debe ajustarse al tiempo disponible entre los cultivos principales, sus requerimientos de agua deben se iguale a la cantidad y distribución de lluvias en la región, sus raíces deben producir nódulos con las variedades locales de Rhizobium y por último debe resistir y tolerar plantas y enfermedades predominantes en la zona. (Roosset, 1999)

Los compuestos húmicos resultantes de su descomposición aumentan la capacidad de absorción del suelo y promueven el drenaje, la aireación y la granulación, condiciones importantes para el crecimiento vegetal. Sirven de alimento para los microorganismos del suelo y tiende a estimular marcadamente las transformaciones de las cadenas biológicas. Esa acción bioquímica tiene especial importancia en la producción de bióxido de carbono, amonio, nitritos, nitratos y otros compuestos simples. (Cairo, 1986)

Los abonos verdes ejercen una influencia conservadora sobre los elementos nutritivos del suelo, ya que recogen los constituyentes solubles que, de otro modo se perderían en el agua de drenaje. Por otra parte, los abonos verdes de raíces largas capturan nutrientes en los horizontes inferiores del suelo y lo llevan hacia la superficie. (García, Treto y Álvarez, 1996; Álvarez, 1996; Álvaro y col, 2002)

Las gramíneas cuando se incorporan como abono vede, el nitrógeno original del suelo vuelve a una forma no orgánica y no hay aumento de su contenido. Cuando se emplea una leguminosa, existe la posibilidad de aumentar el

contenido de nitrógeno del suelo en una proporción correspondiente a la fijación simbólica (Altieri, 1997).

Cuanto más joven es el cultivo y mayor la proporción de agua que contiene, mas rápida será la acción de la microbiología del suelo. Por otro lado, la incorporación de un cultivo seco al suelo no dará resultados tan satisfactorios.

En estos abonos verdes, el nivel de lignificación o la presencia de materiales recalcitrantes, es muy baja, por lo que la tasa de decaimiento de descomposición es rápida y los nutrientes estarán disponibles en un corto plazo.

### **Papel de la Materia Orgánica en el suelo.**

Se sabe que la materia orgánica es indispensable para el mantenimiento de la micro y mesofauna del suelo y no hay duda de la bioestructura y toda la productividad del suelo se basa en la presencia de la materia orgánica (Primavesi, 1984)

La relación entre el contenido de materia orgánica del suelo y la fertilidad potencial de este es un factor aceptado por su efecto beneficioso sobre las propiedades físico, químicas y microbiológicas, sin embargo a pesar de conocerse estas virtudes pocas veces se incluyen en las recomendaciones de abonado de un cultivo o para el mejoramiento de los suelos degradados (Anónimo (d), 1999). A modo indicativo se citan a continuación los efectos de la materia orgánica sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

### **Influencia de la Materia Orgánica sobre las propiedades físicas del suelo.**

La materia orgánica juega una importante función en el comportamiento físico de los suelos. Contribuye a la formación y estabilidad de los agregados más que ningún otro factor. Dicha agregación aumenta la porosidad, aireación, infiltración y percolación del agua, disminuye la escorrentía y el riesgo de la erosión (Van Beers, 1980). Además de mejorar la capacidad de retención de humedad, disminuyendo la densidad aparente del suelo (Burés, 2000) lo que permite un

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

mayor desarrollo y penetración de las raíces (Magdoff, 1997) y mejora la porosidad en los suelos compactados (Kolmans y Vásquez, 1996).

Las tierras o suelos fértiles constan de 4 componentes: materia mineral, materia orgánica con abundancia de seres vivos y microscópicos, aire y agua. Todos íntimamente ligados entre sí y originando un medio ideal para el crecimiento de las plantas. De estos componentes, la materia orgánica representa en líneas generales el menor porcentaje, tanto en peso como en volumen. (Kolmans y Vásquez, 1996).

A pesar de ello su importancia es muy grande y no sólo mejora las propiedades físicas y químicas de la tierra sino el desarrollo de los cultivos. Los aportes de materia orgánica de plantas y animales, están sometidos a continuo ataque por parte de organismos vivos, microbios y animales, que los utilizan como fuente de energía frente a su propio desgaste. (Kolmans y Vásquez, 1996).

Como resultado de dicho ataque, son devueltos a la tierra los elementos necesarios para la nutrición de las plantas. La fracción superior de la tierra de color oscuro, con la materia orgánica muy descompuesta es el llamado humus. Un puñado de ella contiene millones de microorganismos. Dentro de la materia orgánica de la tierra el humus representa el 85% al 90% del total, por ello, hablar de materia orgánica de la tierra y de la fracción húmica es casi equivalente. (Anónimo(c), 2000).

La relación entre el contenido en materia orgánica del suelo y la fertilidad potencial de este es un factor aceptado, por su efecto beneficioso en el aumento de la porosidad, retención de agua disponible, incremento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), liberación progresiva de nutrientes, etc. Martínez (1996) encontró un manifiesto papel de la materia orgánica cuya presencia genera una mayor capacidad de retención cuando el suelo está muy húmedo, a la vez que una notable reducción con valores elevados de succión (PF).

### **Influencia de la M. O. sobre las propiedades químicas del suelo.**

La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de nutrientes e incremento de la capacidad de intercambio catiónico. La materia orgánica contiene un número elevado de grupos funcionales (carboxílicos, hidroxílicos, aminoácidos, amidas, cetonas y aldehídos) que son los que le proporcionan capacidad de intercambio catiónico contribuyendo por tanto a aumentarla en suelos con bajo contenido en arcilla. También proporcionan una mayor capacidad Tampón. (Cairo y Fundora, 1995)

La materia orgánica ayuda a mejorar las propiedades químicas del suelo y a retener los nutrientes, mejora la nutrición en fósforo, mediante el desarrollo de microorganismos que actúan sobre fosfatos y la liberación del potasio fijado a las arcillas a través de las sustancias húmicas. También juega un importante papel en la mejora de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) así como la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres como el aluminio y por supuesto sobre la disponibilidad de nitrógeno y una notable influencia en la concepción del pH del suelo (Anónimo (e),2000).

Debido a estas múltiples funciones, el humus constituye, casi siempre, el factor determinante de la fertilidad de los suelos. Un suelo ideal debería contener al menos del 2 al 2,5% de humus (es decir, 5% o de materia orgánica seca con un nivel de humidificación del 40%). Esta proporción debe ser sensiblemente más alta en suelos arcillosos o arenosos para asegurar una estructura conveniente y un poder absorbente normal. Se estima que se debe tender a establecer un porcentaje del orden del 3% para tener un adecuado nivel de seguridad en las buenas tierras agrícolas. (Fuentes, 1998).

En estudios realizados en suelos pardos grisáceos con el empleo del estiércol vacuno sobre diferentes pastos concluyeron que esta enmienda orgánica influyó positivamente en los contenidos de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  del suelo así como el incremento del pH y la materia orgánica (Peña et al 1989). Se estimó un período residual para este tipo de suelo de 2 años para la materia orgánica, 3 años para el  $P_2O_5$  y

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

pH y 1 año para el potasio por lo que se recomienda aplicaciones al mismo cada 2 años para mantener y mejorar la fertilidad del suelo con una dosis de 25 t/ha en base a materia seca de estiércol vacuno (Hernández, Arteaga, Muñoz., 1989; Arteaga y col 1997)

### **Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas del suelo.**

La materia orgánica aplicada sirve de fuente para los microorganismos del suelo, favorece la presencia de otros macroorganismos que contribuyen a su estructura, debe poseer más de 1,7% de nitrógeno para que los microorganismos no lo tomen del suelo y no provoquen síntomas de ineficiencia en las plantas (Mayea y Novo,1982), sin embargo a surgido una nueva visión de la materia orgánica en el suelo, que no es la de suministrar nitrógeno orgánico y otros nutrientes a este si no en la formación de grumos y de la bioestructura sin la cual no existe una fertilidad real en los suelos.

Según, Primavesi (1984), la estructura grumosa, estable al agua que se puede lograr en la capa arable se le denomina bioestructura, esto no es más que la formación de grumos, agregados de partículas de suelo entre 0.5 mm a 5 mm y debido a la abundante cantidad de macroporos que presentan permiten la infiltración rápida del agua en el suelo para mantenerlo aireado, permitiendo que el oxígeno llegue a las raíces de las plantas.

Para la formación; de grumos estables a la acción; del agua se necesita materia orgánica y microorganismos. Durante la descomposición del material celulósico se producen sustancias cementantes llamadas ácidos poliurónicos que son los que permiten formar grumos. (Cairo, 1986)

La formación de los agregados del suelo pueden ser electroquímicos primarios que se forman al unirse partículas arcillosas del suelo por la atracción de sus electrovalencias. A partir de estos agregados, se pueden producir agregados mayores por la acción de grupos carboxilos oriundos de sustancias húmicas, los que forman un complejo arcillo-limoso de difícil descomposición. Generalmente

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

los agregados primarios y los arcillo - húmicos en unidades mayores por la cola bacteriana (ácidos poliurónicos). (Cairo, 1986)

Esta sustancia sirve de alimento a hongos y actinomicetos que con sus hifas, envuelven a los grumos y los entrelazan, confiriéndole así estabilidad al agua, las hifas de los hongos mueren y los grumos pierden su estabilidad, por lo que el suministro de material celulósico periódicamente al suelo es imprescindible para mantener su estructura grumosa. (Cairo, 1986)

Algunos materiales orgánicos presentan actividad supresora frente a hongos y se utilizan para combatir hongos patógenos. La descomposición de la materia orgánica tiene lugar por distintas poblaciones de microorganismo del suelo la cual da como resultado final CO<sub>2</sub>, agua, elementos minerales y humus en una cadena de desmontaje donde los colonizadores primarios descomponen los compuestos de bajo molecular seguido por los colonizadores secundarios los cuales se metabolizan compuestos más complejos como las ligninas, ellos necesitan para desarrollarse condiciones de humedad por lo tanto la humificación y la mineralización tendrá lugar esencialmente en presencia de agua (Burés, 2000).

La agricultura ecológica implica una forma diferente de conceptualizar el suelo, el cual es su preocupación principal y es vista como una capa superior edafizada, viva, de la corteza terrestre en la que pueden desarrollarse plantas fuertes y vigorosas. (Altieri, 1992, 1997)

### **1.1.2. Estado actual del conocimiento del problema de investigación**

Como se ha indicado el suelo es la base para lograr una producción sostenida de alimentos. También es el recurso más expuesto y más frágil los procesos de degradación. Es importante indicar que el suelo no es un medio inerte, sino es dinámico y vivo, su desarrollo y actividad depende de los factores de formación (clima, organismos, material parental, relieve y tiempo) predominantes. El tipo de manejo que se realice va afectar positiva o negativamente su dinámica interna y productiva.

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

Las prácticas de manejo del suelo deberán crear las condiciones para mejorar su dinámica biogeoquímica e incrementar su capacidad productiva en el tiempo. En este sentido las técnicas a ser aplicadas nos deben permitir alcanzar objetivos económicos, sociales y ambientales.

Las ventajas ecológicas y económicas demostrada por la utilización del humus (excretas de la lombriz) son una muestra del potencial que tenemos para generar e innovar tecnologías limpias.

Su uso demuestra la importancia de del reciclaje de los residuos orgánicos en los sistemas de producción, así como el papel de la materia orgánica en sus propiedades y con ello en su fertilidad. Además el proceso de simplificación de su crianza, viene permitiendo que esta alternativa se articule fácilmente a los sistemas de producción campesina.

La masificación de su importancia esta en cierta medida en ir aportando al proceso de reconversión tecnológica en el agro su utilización. El humus dentro de los programas de abonamiento, ha permitido, mejorar la producción y calidad del producto.

Sin embargo, hay mucho por hacer técnicamente a este nivel, como entender que el humus no es un fertilizante con fines nutricionales, sino un activador biológico del suelo de primer orden, por contener una población grande de microorganismos, sustancias como vitaminas, enzimas, ácidos y además por facilitar la disponibilidad de los elementos nutritivos para las plantas.

Para garantizar la efectividad biológica del humus es recomendable que en el momento de la aplicación no se mezcle con los fertilizantes sintéticos.

### **1.1.3. Carencia que se quiere llenar con la investigación**

La investigación permite demostrar la factibilidad técnica, económica social y ambiental en el proceso productivo de un cultivo importante a nivel mundial. Como se ha planteado anteriormente el mismo constituye el cereal más consumido por la población humana, pero que requiere a su vez técnicas

sostenibles que logren combinar los altos rendimientos con la conservación de uno de los recursos naturales más importantes y frágiles como resulta el suelo.

La sustitución de importaciones resulta una problemática o carencia a resolver con la aplicación y extensión de esta investigación, con impactos *económicos* por lo antes dicho, *social* por la disponibilidad y calidad del producto, de primera necesidad en la alimentación y en lo *ambiental* con doble incidencia ya que mejora la nutrición del suelo, recicla nutrientes, e incrementa los microorganismos en él mismo y permite un cambio en las propiedades del suelo

### Resultados y discusión.

Según el análisis realizado para la comprobación de las medias entre los tratamientos o variantes (a tabla 15) se mostraron diferencias significativas en el comportamiento de la variable altura en los diferentes estadíos evaluados, destacándose la variedad Reforma

**Tabla 15.** Altura de las plantas en los diferentes estadíos (cm)

Tratamiento		Días después del transplante		
		20	38	52
Caribe	Fertilizante Q	35,98 <sup>c</sup>	54,85	65,12
	Humus	35,84 <sup>bc</sup>	54,50	64,65
	M.O	35,20 <sup>c</sup>	53,30	62,62
LP -5	Fertilizante Q	36,15 <sup>bc</sup>	32,90	62,72
	Humus	37,85 <sup>b</sup>	54,20	64,03
	M.O	35,54 <sup>c</sup>	53,25	60,98

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC “Breñas”.*

<b>Reforma</b>	<b>Fertilizante Q</b>	36,92 <sup>b</sup>	56,18	65,24
	<b>Humus</b>	<b>38,50<sup>a</sup></b>	<b>58,65</b>	<b>66,10</b>
	<b>M.O</b>	36,41 <sup>b</sup>	52,15	63,42

En todos los casos el tratamiento con la materia orgánica resultó la de menor altura, incrementándose en el tercer año, donde los abonos orgánicos tuvieron respuesta superior, presentando dentro de ellos el humus de lombriz la mejor respuesta.

Esto puede estar respaldado pues cuando se utilizan productos químicos con el fin de incrementar los rendimientos se producen cambios sustanciales en las condiciones de vida de la microflora edáfica, lo que se puede traducir como una destrucción de la asociación microbiana y los cambios en su actividad funcional y bioquímica, resultando como fenómeno de lo antes explicado la degradación paulatina de la fertilidad de los suelos debido fundamentalmente a la pérdida de la materia orgánica (calidad y cantidad).

En cambio cuando aplicamos abonos orgánicos, especialmente los que tienen una estructura química composición microbiológica estabilizada, como sucede con la materia orgánica y el humus de lombriz, se evita el deterioro del equilibrio microbiano y se facilita el suministro de corriente, garantizando la incorporación de sustancias húmicas al sistema coloidal del suelo (captura de carbono), y evitamos a su vez la contaminación ambiental.

En cuanto al número de hijos podemos señalar que fue bajo a los 20 días, de forma general en todas las variedades, comportamiento lógico acorde con la etapa, pues en este momento comienza a desarrollarse el cultivo, existiendo muy poca diferencia entre las mismas, ya a los 38 días se presentó una notable diferencia altamente significativa despuntando la variedad Caribe seguida de cerca por la línea LP – 5, quedando rezagada la variedad *Reforma*.

**Tabla 16.** Comportamiento promedio (3 años) del ahijamiento por variedades en período evaluado

Tratamiento Variedades		Días después del transplante		
		20	38	52
<b>Caribe</b>	Fertilizante Químico	3.4	18.8	20.9
	Materia orgánica	3.3	20.4	23.3
	Humus de lombriz	3.5	24.1	27.5
<b>LP -5</b>	Fertilizante Químico	3.1	14.1	19.6
	Materia orgánica	3.1	15.3	17.8
	Humus de lombriz	3.3	18.9	21.1
<b>Reforma</b>	Fertilizante Químico	3.2	17	20.7
	Materia orgánica	3.0	14.1	16.7
	Humus de lombriz	3.8	18.2	19.2

Es importante conocer la capacidad de la variedad que se utilizará para poder definir la densidad de siembra, y con ello la de ahijamiento o macollamiento, es decir el número de plantas existente, donde los resultados son corroborados con los reportados por Suárez, (2000) y Vázquez y Torres, (2005) 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.

Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (*Oriza Sativa Lin*) en la UBPC “Breñas”.

**Tabla 17.** Comportamiento de los diferentes componentes del rendimiento en la variedad *Reforma*.

<b>AÑOS</b>	<b>Variantes</b>	<b>No de espigas</b>	<b>Largo de la panícula</b>	<b>No de granos /plantas</b>	<b>Peso de 100 granos</b>
<b>1</b>	Fertilizante Químico	20 <sup>b</sup>	18.2 <sup>a</sup>	138 <sup>c</sup>	4.0 <sup>ab</sup>
	Materia orgánica	19 <sup>bc</sup>	17.3 <sup>b</sup>	140 <sup>bc</sup>	3.9 <sup>b</sup>
	Humus de lombriz	21 <sup>b</sup>	17.9 <sup>b</sup>	155 <sup>b</sup>	4.10 <sup>a</sup>
<b>3</b>	Fertilizante Químico	20 <sup>b</sup>	18.3 <sup>aB</sup>	140 <sup>c</sup>	3.9 <sup>b</sup>
	Materia orgánica	21 <sup>b</sup>	18.3 <sup>aB</sup>	170 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>
	Humus de lombriz	23 <sup>a</sup>	19.5 <sup>a</sup>	186 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>

Dentro de los componentes del rendimiento se encuentran entre otros el número de espigas y el número de granos por planta resultando la variedad *Reforma* la de menores resultados, sin diferencia significativa entre la fertilización química durante la investigación (tres años), ni tampoco entre esta y la aplicación de materia orgánica para el primer año.

**Tabla 18** .Comportamiento de los diferentes componentes del rendimiento en la variedad *Caribe*.

<b>AÑOS</b>	<b>Variantes</b>	<b>No de espigas</b>	<b>Largo de la panícula</b>	<b>No de granos /plantas</b>	<b>Peso de 100 granos</b>
<b>1</b>	Fertilizante Químico	20	21.1	155	4.9
	Materia orgánica	18	20.9	145	4.2
	Humus de lombriz	23	20.5	160	5.0
<b>3</b>	Fertilizante Químico	20	22.16	150	4.5
	Materia orgánica	23	21.5	155	4.9
	Humus de lombriz	26	23.71	171	5.2

La variedad Caribe (tabla 18) presentó el mayor número de espigas por planta incrementándose en el tercer año, presentando diferencia significativa entre los tratamientos a favor de este, esto puede estar relacionado con las características ambientales y de suelo, combinadas con la variedad según plantean algunos autores y con ello se aprecia la efectividad del producto, dado por la concentración de las sustancias orgánicas (Suárez, 2009);

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

El incremento de la actividad biológica del suelo con la aplicación de materiales orgánicos facilita la solubilidad de los minerales primarios que contienen fósforo, potasio, calcio y magnesio, de esta manera se incrementa su disponibilidad para ser aprovechados por las plantas criterios similares son señalados por Altieri, 1982, y 1983 cuando se refiere a la utilización de diferentes alternativas agroecológicas a utilizar con el fin de cuidar los recursos naturales y el medio ambiente. (Muñiz, 2008)

Estas alternativas de fertilización pueden constituir estrategias para el manejo de los suelos para lograr una adecuada fertilidad con perspectiva de garantizar la producción y eficiencia o productividad de las áreas agrícolas, ya que existe una gran relación entre la nutrición mineral los procesos fotosintéticos y de respiración en las plantas. Una nutrición equilibrada proporciona un desarrollo adecuada en cada fase del cultivo.

En cuanto al rendimiento del cultivo cáscara la variedad Caribe fue la de mejor comportamiento existiendo una relación entre los componentes del rendimiento y las alternativas en estudio demostrando a su vez el efecto residual de los materiales orgánicos (Graf 1 - 2) que se incrementaron en el tiempo mientras que el fertilizante químico solo se mantuvo o decreció ligeramente sin presentar diferencia significativa, corroborando lo antes expuesto por Bernal, Hernández y Moreno, 2008, alcanzaron un incremento de un 16% en el cultivo del arroz con aplicaciones de humus de lombriz en suelos Pardos grisáceos.

**Gráfico 1.** Comportamiento del rendimiento del arroz. (ton.ha<sup>-1</sup>)

Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (*Oriza Sativa Lin*) en la UBPC "Breñas".

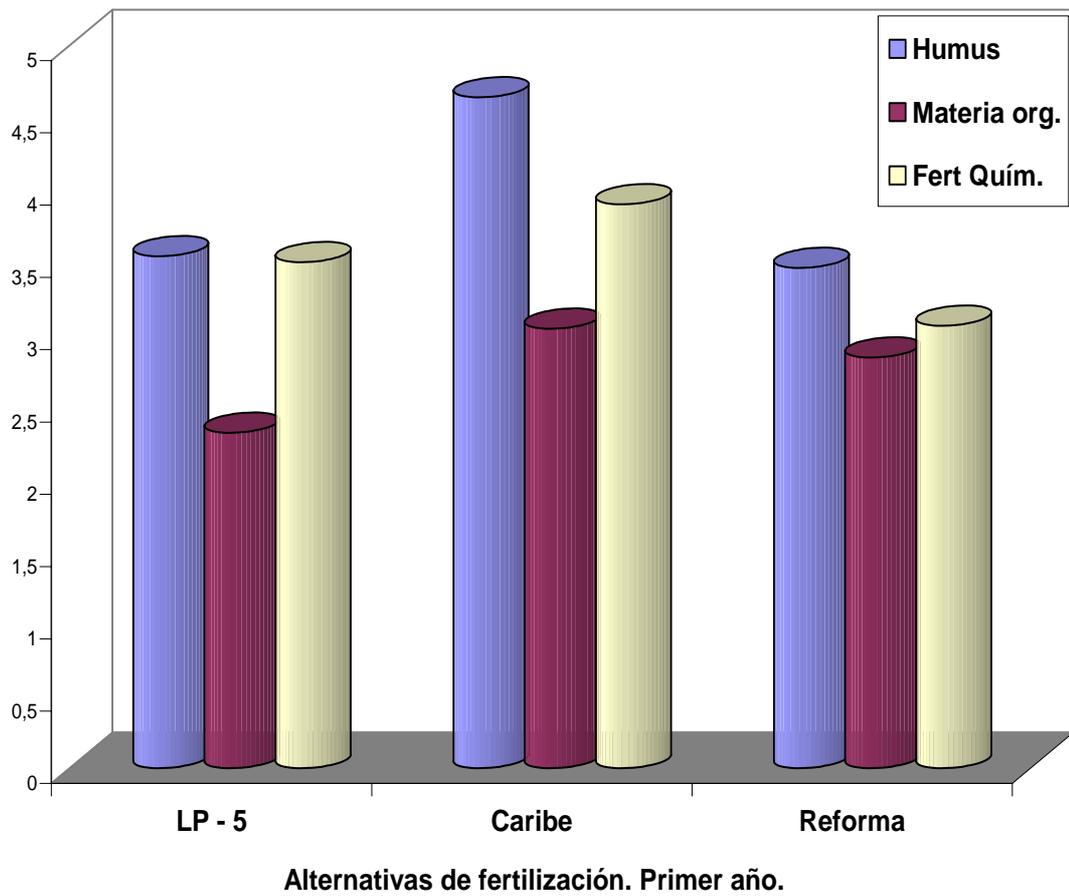
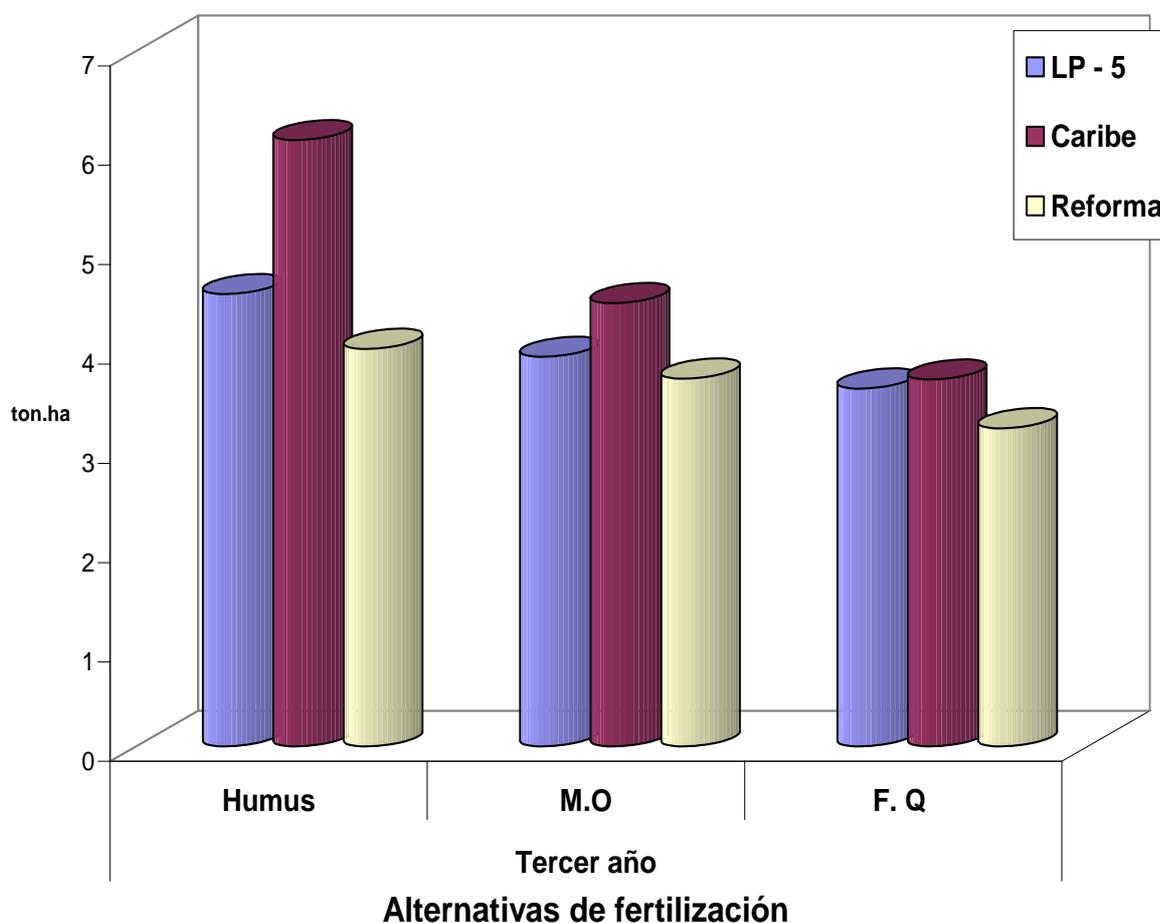


Grafico 2.- Rendimientos alcanzados durante la investigación. (ton. ha<sup>-1</sup>).

Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (*Oriza Sativa Lin*) en la UBPC "Breñas".



Los resultados obtenidos difieren de los alcanzados por Fontanils, 2004 donde la variedad de mejor comportamiento en cuanto a rendimiento fue la *Reforma* aunque si coincide en sus producciones (promedio 3.0 ton/ha), también obtuvo en suelos pardos de los municipios de Abreus y Aguada, Provincia de Cienfuegos similares rendimiento con aplicaciones de fertilizantes químicos.

El comportamiento de la variedad *Reforma* pueden estar relacionado con la respuesta de la variedad a las condiciones ambientales ya que es conocido que la misma presenta un potencial agrícola alto, pero a su vez tiene como deficiencia, que es susceptible al acamado, trayendo como consecuencia, pérdidas en la producción.

Las alternativas orgánicas mostraron su efectividad y posibilidad de aplicación pues existe en grandes cantidades en todas partes y nuestro municipio no se encuentra excepto de estos, más aún cuando contamos con dos grandes empresas pecuarias en el territorio que almacenan una gran cantidad de materia orgánica que crean serios problemas ambientales si no son debidamente utilizada.

Si bien el estiércol representa una fuente de suministro de materia orgánica, minerales y micronutrientes que le confieren buenas cualidades como mejorador de las propiedades del suelo y portador de grandes cantidades de nutrientes importantes para las plantas, que permite un camino eficiente para el reciclaje de nutriente fundamentalmente de nitrógeno, este a su vez, representa grandes problemas ambientales, dentro de ellos podemos señalar los gases de efecto invernadero por constituir este material un contaminante primario según plantean Cruz, Marrero, Herrera y García (2005).

El uso de estiércol en la producción agrícola debe ser añadido a la tierra durante la preparación de suelo y antes de la siembra, aspecto tenido en cuenta durante la investigación, permitiendo esta forma de aplicación que los microorganismos en el suelo pueda reducir el número de organismos patógenos presente en el estiércol, no obstante, el tiempo transcurrido durante el proceso de las labores es un factor importante; ya que se desconoce el tiempo que las bacterias patógenas puedan sobrevivir, en el estiércol, pero se estima que depende de las condiciones ambientales coincidiendo con lo expresado acerca del tema por García, Suárez, Hdez, y Betancour, (2009); que plantean la influencia que tienen los desechos orgánicos sobre el medio ambiente y su posible manejo adecuado

**Tabla 19.** Valoración económica. (Gastos)

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

<b>Tipos de Fertilización</b>	<b>Precio de la ton.</b>	<b>Precio USD</b>	<b>Dosis /ha</b>	<b>Importe/ha</b>
<b>Fósforo</b>	289.50	173.52	1.0	289.50
<b>Fórmula Completa</b>	421.00	168.00	0.5	210.50
<b>Nitrato de amonio</b>	373.00	186.95	2.4	895.20
<b>Urea</b>	1310.00	562.00	0.1	131.0
<b>Materia orgánica</b>	25.00	-	25	625.0
<b>Humus</b>	100.00	-	4	400

<b>Actividades realizadas al cultivo.</b>	<b>Gasto/actividad (\$, MN)</b>
<b>Roturación con tracción animal.</b>	240.00
<b>Fango con tracción animal.</b>	480.00
<b>Siembra (Semillero, arranque de postura y siembra por moteo).</b>	1200.00
<b>Riego de agua.</b>	320.00
<b>Fertilización.</b>	108.00
<b>Chapea de cortina.</b>	72.00

Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (*Oriza Sativa Lin*) en la UBPC “Breñas”.

**Corte, trilla y secado.**

600.00

**Tabla 20.** Análisis económico para la variedad *Caribe*.

Variantes	Gasto total	Red. ha <sup>-1</sup>	Precio de venta/ton en el MAE	Ingreso total. ha <sup>-1</sup>	Resultados (Ganancia)
<b>Humus</b>	4725.00	6.2	7595.00	47089.00	42364.00
<b>Materia org</b>	4950.00	4.4	7595.00	33418.00	28468.00
<b>Fert Quím.</b>	5851.00	3.6	7595.00	27342.00	21491.00

**Tabla 21.** Análisis económico para la variedad *Reforma*.

Variantes	Gasto total	Red. ha <sup>-1</sup>	Precio de venta/ton en el MAE	Ingreso total. ha <sup>-1</sup>	Resultados (Ganancia)
<b>Humus</b>	4725.00	4.0	7595.00	30380.00	25655.00
<b>Materia org</b>	4950.00	3.7	7595.00	28101.00	23151.00
<b>Fert Quím.</b>	5851.00	3.2	7595.00	24304.00	18453.00

**Legenda:** MAE: Mercado Agropecuario Estatal.

**El precio de venta a la población del arroz es de \$ 7595.00 / t arroz consumo (subprograma de arroz popular).**

El análisis económico de estos resultados se realizó considerando los gastos totales por hectárea (tabla 20, 21) para el control (Fertilización química) y para los tratamientos con los diferentes materiales orgánicos. Los valores de ingreso por hectárea entre los tratamientos oscilan entre \$ 35949.00 – 27595.00. Denotándose que los mejores comportamientos económicos se obtuvieron con

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

la variedad Caribe alcanzando \$ 42364.00 de ganancia. De forma similar se comportó el costo por peso, el que no superó los \$0.29 en ningún caso de los tratamientos estudiados. Siendo los mejores en los casos donde se utilizó el humus. En cuanto a la rentabilidad se obtuvo similar comportamiento. Estos índices económicos indican que son más rentables y con menos costo por peso en los tratamientos donde se aplicó el humus de lombriz.

*Alternativas de fertilización orgánica en tres variedades del cultivo del arroz (Oriza Sativa Lin) en la UBPC "Breñas".*

## **CONCLUSIONES.**

- ❖ La alternativa de fertilización más eficiente y efectiva resultó el *Humus de lombriz*.
  
- ❖ La variedad *Caribe* logró los mayores rendimientos, y los más bajos fueron los alcanzados por la variedad *Reforma*.
  
- ❖ Se comprobó que la altura de las plantas no determina el rendimiento agrícola.

## **RECOMENDACIONES.**

- ❖ Generalizar los resultados de este trabajo a otras fincas productoras de arroz, con condiciones similares.
  
- ❖ Potenciar por parte de la Empresa Cítricos "Arimao" esta finca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemán. 2004. Instructivo técnico del arroz. Citado por Rodríguez, Carlos. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. p 20 – 25.

Altieri, M. A 1992. "Allí donde termina la retórica sobre la sostenibilidad comienza la agroecología". CERES. No. 134. (Vol. 24 No. 2) marzo-abril. p 33-35.

Altieri, M. A. 1995. Una alternativa dentro del sistema .en CERES. No.154 (Vol.27, No.4) Julio-agosto.15 p.

Altieri, M.A, y P. Rossett. 1995. Agroecology and the conversion of large scale conventional. Systems to sustainable management. Int. Environmental studies.

Altieri, M A .1996. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? en Agroecología y agricultura sostenible. Módulo 1. Curso para diplomado de postgrado. CLADES, CEAS-ISCAH. p 49-59.

Altieri, M. A.1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. CLAAD. ACAO. La Habana Cuba. Tercera Edición. p 143 – 153.

Anónimo(a).1998. [www.k-lifornia.cajaecologica.k-liforniaagro@.k-california.com.lombricultura](http://www.k-lifornia.cajaecologica.k-liforniaagro@.k-california.com.lombricultura). p 1-3

Álvarez, Pinto, M. 1996. Abonos verdes. Orígenes. Su uso en Cuba. Abandono de esta práctica. Rev. Agricultura orgánica. Año 2 No 1. Abril. 34p

Anónimo (b).1999.Materia Orgánica. Necesidad, ventaja o perjuicio en cultivos intensivos. En [www.ediho.es/horticom/tem aut/sustr/mat-org.html](http://www.ediho.es/horticom/tem aut/sustr/mat-org.html).

Anónimo(c).2000.Lombrices.en[www.geocities.com/hostsprings/spa/9549/index.html](http://www.geocities.com/hostsprings/spa/9549/index.html).

Anónimo (d).2000.Papel de la materia orgánica en el suelo en [www.terralia@terralia.com](http://www.terralia@terralia.com). p 18-19.

Arteaga, O; W. Espinosa.; Consuelo Hernández; A. Mojena y María del C. Martínez.1997. Manejo y aplicación de estiércol vacuno como fertilizante para

los pastos en suelos pardos grisáceos de Cuba. En *Agrotécnia de Cuba*. 27 (1). p 55-58.

Bernal Carrazana, Y., Hernández Consuelo, E., Moreno, Y. 2008. La capacitación participativa con enfoque sistémico. Implicaciones en la preservación y mejoramiento del recurso natural suelo para la provincia de Cienfuegos. III Taller de Ciencias Sociales y Juventud. Ciensojoven. 5 p.

Botta Morales, Sara., del Piñal Rivero, Clara S., de La Luz de Armas, Matilde, Cortázar Álvarez, R., Leisee Pérez, Alicia. 2006. Manual de botánica Sistemática. Ed. Félix Varela. La Habana, Cuba. p 315 – 319.

Boletín de reseñas. ARROZ. 1983. Régimen de riego en el arroz. Boletín de reseñas. Arroz. 7 p.

Burés, Silvia.2000. Papel de la materia orgánica en el suelo. En:[www.Terralia.com /revista8/](http://www.Terralia.com/revista8/). p 20-21.

Cairo, P.1986. Evaluación Físico-Química de los suelos. Curso de postgrado.ISCA. 156 p.

Cairo, P. y Fundora O. 1995. Edafología. 250 p

Castellano, J. Origen y distribución del arroz. 2001. Disponible en: <http://nsl.oirsa.org.sv/Castellano/DI04/DI0403/Origen-y-distribución-de-arroz.htm>.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. 2001. Colombia. Disponible en:<http://www.ciat.egiar.org/improvd.germplasm/germoplasma/arroz.htm.top>.

CIED.1996. Producción Agrícola y Sostenibilidad de los recursos naturales Enero. No 45.Año. VII. Boletín. Agroecológico. 15p.

Cruz La Paz, O., Marrero Labrador, P., Herrera Soler, M., García Pérez, L 2005 Agroecología. Selección de textos sobre Agroecología. Ed. Félix Varela. La Habana, Cuba. ISBN 959 – 258 – 880 – 5. p 115 – 133.

Delgado, Díaz, R. 2006. Manejo del suelo y la agricultura Ecológica. Rev. Agricultura orgánica. Año 12 No 1. ISSN 1028 – 2130. 16 p

Espinosa, E. D. 1994. Desarrollo sostenible, medio ambiente y agricultura ecológica, en Agricultura Ecológica. Conceptos, Situación y Perspectivas en Nicaragua. p 25-44.

FAO. 1990. Los cambios climáticos y las actividades agrícolas, forestales y pesqueras. ONU. Segunda Conferencia mundial sobre el clima. Ginebra Documento. p 1-13.

Fontanils Calderón, Yamisleidy. 2004. Caracterización de 8 variedades de arroz (Oriza Sativa Lin). Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. p 3 – 27.

Fuentes, J. L. 1998. Beneficios del humus de lombriz. Servicio de Extensión Agraria, Madrid en la HD 1/87 del N' de Agricultura, Pesca y Alimentación. p 23 - 24.

Fuentes, Soto, A., Martínez F., Cancio García, R. 2004. Conservación, mejoramiento y fertilización de suelos. MINAGRI. Instituto de Suelos. Agrinfor. ISBN. 959 – 246 – 077 – 9. p 39 – 52.

Funes Águila, F. 2007. Agroecología, Agricultura orgánica y sostenibilidad. MINAGRI. ACTAF. Coordinación Editorial: Eduardo Martínez Oliva y Mario González Novo. p 7 – 24.

García, Margarita,. Treto, Eolia, y Maité, Alvarez. 1996. Los abonos verdes: Una alternativa natural y económica para mejorar la fertilidad de los suelos. Rev. Agricultura orgánica. Año 2, No 1. Abril. p 21- 23

García, Margarita,. Treto, Eolia, y Maité, Alvarez.1997. Contribución al estudio y utilización de los abonos verdes en cultivos económicos desarrollados sobre suelo ferralítico rojo. en Programas y resúmenes. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. UCLV. p 1-2.

García, Rubial, Á. Hernández López, Ana Adelfa., Castillo Toro, D., Hernández Martínez, Digna y col. 2002. Manual del arrocero. MINAGRI. Instituto de Investigaciones del arroz. Segunda Edición.

Gómez, P. J; Hernández, J.; Puldón Violeta; Alemán, L.; Morales Ohilda; Perdomo Edelis y Viera, R. 2005. Colecta, evaluación y conservación de germoplasma de arroz (*Oriza Sativa Lin*). VI Taller Internacional sobre recursos fitogenéticos. Fitogen. IGT. MINAGRI. ISBN. 959 – 7131 – 07 – 02. p 61- 63.

Hernández A.; Pérez L. M; Bosch, D; Rivero L. y Camacho E y col. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelo. MINAGRI. La Habana, Cuba. ISBN: 959 – 246 – 022 – 1. p 28 – 46.

Hernández, Consuelo.; Arteaga O y Muñoz, P. 1989. Efecto de la aplicación de estiércol vacuno sobre un suelo Pardo Grisáceo. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Suelos y Agroquímica .V.12, No1. p 43 - 52.

IIA. 1999. Informe sobre Medio Ambiente del polo oeste, de la Habana. CITMA. La Habana. 6 p.

IIA. 2003. Instructivo del arroz. Grupo Nacional de arroz. Dirección Nacional. p 1 – 15.

ITCA, 2000. Instructivo técnico del cultivo del arroz. MINAGRI. Cuba.

Kolmans, E. y D. Vázquez. 1996. Manual de agricultura ecológica. MAELA-SIMAS.222 p.

Magdoff, F.1997. Calidad y manejo del suelo. en Agroecología Bases científicas para una agricultura sostenible. CLADES, ACAA. La Habana. Cuba. p 211-221.

Martínez, J. F. 1996. Variabilidad espacial de las propiedades físicas e hídricas de los suelos en medio semiárido mediterráneo: Universidad de Marcia. Servicio Publicaciones.189 p.

Martínez Rodríguez, F, 2006. Abonos orgánicos y su contribución a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en Cuba. Rev. Agricultura Orgánica. Año 12, N° 2. ISSN 1028 – 2130. p 40 – 42.

Mayea, S. y R. Novo.1982. Introducción a la microbiología del suelo. Editorial Pueblo y Educación. Habana. 187 p.

Montilla, J. 1990. El arroz en Venezuela. Caracas. p 3 – 39.

Muñiz Ugarte, O. 2008. Contenido de materia orgánica en el suelo. Microelementos en la agricultura. MINAGRI. Instituto de Suelos. Agrinfor. ISBN 978 – 959 – 246 – 201 – 4. p 27 - 30

MINAGRI. 2000. Colombia. Cultivo: arroz. Disponible en <http://www.minagri.golo.pe>.

MINAGRI. 2003. Informe estadístico de cierre de la agricultura. Documento en archivo, manuscrito. p 3 – 5.

Normas Cubanas. 51/1999. Calidad de suelo. Análisis para la determinación del porcentaje de materia orgánica. s/p.

Normas Cubanas. 52/1999. Determinación de fósforo y potasio para suelos no carbonatados. s/p.

Normas Cubanas. 1999. Determinación de pH. ISO 10390.

Pérez, C. 1999. Microbiología y Agricultura Sostenible. En Edición para la Maestría en Agricultura Sostenible. UCLV. 410 p.

Pérez Santana, Y. 2002. Diagnóstico de la producción y manejo del cultivo del arroz (*Oriza Sativa Lin*) en dos municipios de la provincia de Cienfuegos. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. p 3 – 46.

Peña, F. 1997. Elementos básicos para el manejo del abonado verde en la conservación y mejoramiento de los suelos degradados. Recomendaciones prácticas.

PNUMA, CITMA, BTJ, 2006. Suelo y Alimento. Geo - Cuba Juvenil. Por un caimán verde. Primera Edición. Casa Editora Abril. ISBN 959 – 210 – 380 – 1. p 65 – 80.

Primavesi, Ana. 1984. Manejo ecológico del suelo. 250 p.

Roosset , P. M. 1999. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. En Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 1.CEAS. UNA-H. ACTAF. p. 2-12.

Salgado, Lucia. 2000. Situación actual y perspectiva del cultivo del arroz. Anuario. [http//situación actual del arroz.htm](http://situación actual del arroz.htm).

Sánchez, J. G. Ciclo de conferencia VII Centenaria de Calasparra. Archivo municipal de Calasparra. 2000. Disponible en <http://www.cvia.integral.es/artesanía/arroz.htmnull>.

Sanzo, R. 2003. Instructivo técnico de suelo, fertilización, poscosecha e impacto social. MINAGRI. 10 p.

Socorro M., A.; Martín, D. 1989. Granos. La Habana. Editorial. Pueblo y Educación. p 91 – 189.

Socorro, M. 1994. Informe presentado en la Reunión de frente Biológico. La Habana. 7 p.

Socorro M., A. L, y Sánchez. 2001. El cultivo popular de arroz en Cuba. Transformando al campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible ACTAF.

Socorro Quesada, M. Sánchez Sánchez, S, Ávila Moreno, J, Santo Moncebo, R., Pérez Hurtado, L., 2005, Indicaciones técnicas para el cultivo popular de arroz. La Habana, Cuba. p 1 – 31.

Socorro Quesada, M, Sánchez Sánchez, M. 2008. Tecnología del cultivo del arroz a pequeña escala. MINAGRI. ACTAF. Coordinación Editorial: Eduardo Martínez Oliva. p 1 – 35.

Suárez, Crestelo, E. 2009. Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular. Programa de mejoramiento genético. Instituto de investigaciones del arroz. La Habana, Cuba. p 1 – 39.

Suárez, R. 2000. Experiencia China en tecnología cubana del arroz. Periódico Granma. Órgano oficial del comité central del partido. 6 de junio. 2 p

Tanaka, K. y Kano, M. 2001. Densidad de plantación en el sistema por transplante. Citado por Rodríguez, Carlos. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. p 20 – 25.

Thang Le Man. 2004. El transplante en Cuba y su importancia. Citado por Rodríguez, Carlos. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. p 20 – 25.

Tejera Díaz, L. 2010. Inician cosecha de arroz en Camagüey. Periódico Granma. Órgano oficial del comité central del partido. 21 de Mayo. 2 p

Van Beers, W.F.J.1980. “Soils and soil properties”. In Drainage principales and applications. Vol. I>ILRI. Wageningen. p 33-73.

Varela Pérez, J. 2010. Renuncian al arroz de la bodega. Periódico Granma. Órgano oficial del comité central del partido. 26 de Mayo. 2p.

Vázquez Becalli, E., Torres García, S. 2006. Fisiología Vegetal. Nutrientes minerales. Editorial Félix Varela. ISBN 959 – 258 – 211 – 4. p 300 – 315.

Veríssimo Correa, L. A, 2000. Cultivos herbáceos extensivos cereales. Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería. Grupo Editorial Océano. Barcelona, España. ISBN 84 – 454 – 1411 – 3. p 299 – 308.

Viera, R. 2001. El cultivo del arroz. Situación actual y perspectiva. Informe presentado en la Dirección Nacional. 7 p.



## **6. ANEXOS.**

## **ANEXOS.**

**Borrar esta nota:** Se incluyen todos aquellos documentos que resulten necesarios para la mejor comprensión de los aspectos expuestos y dado su tamaño o uso reiterado no se justifica colocarlo en el cuerpo de la tesis. **Fin de la nota.**