



**UNIVERSIDAD DE CIEGO DE AVILA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE SIEMBRA  
DE ARROZ (*Oryza sativa* L) EN LA PROVINCIA DE  
SANCTI SPÍRITUS**

**Tesis Presentada en Opción al Título Académico de  
Master en Ciencias Agrícolas**

**Autor: Ing. Juan Francisco González Nodarse  
Tutor: Dr.C. Lázaro Eduardo Pulido Delgado**



**Sancti Spíritus 1 de Julio del 2005  
“Año de la Alternativa Bolivariana para las Américas”**

## PENSAMIENTO



“A medida que los pueblos adquieren más cultura y desarrollo, no sólo demandan más cantidad de granos, sino también más calidad en los alimentos. No les basta, por ejemplo, el cereal; lo desean también convertido en leche, carne, huevos, variedad y calidad de alimentos que demandan mucho más granos, frutas y vegetales, más fibras y vitaminas y menos grasas y aceites de alto peso molecular. En un futuro bastante próximo no faltarán mercados sino alimentos”.

**Palabras pronunciadas por el Presidente de la República de Cuba, Fidel Castro Ruz, en la cena ofrecida a los participantes en la exposición de productos agroalimentarios de los Estados Unidos, efectuada en el Salón de protocolo El Laguito, en Ciudad de La Habana el 28 de septiembre del 2002.**

## DEDICATORIA

- Al apóstol “José Martí”, autor intelectual de la obra revolucionaria que hoy construimos.
- A Fidel, seguidor de sus ideas, quién ha hecho posible el desarrollo de la ciencia en Cuba.
- A la memoria de la Dra. en Ciencias Agrícolas Teresa Martínez Rodríguez de la UNICA, por habernos enseñado amar las ciencias agrícolas.
- A mi familia, unos porque me educaron; otros porque juntos interactuamos y porque son parte indisoluble de mi formación integral.
- A mi hijo Xavier, por ser el mejor regalo que me ha dado la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

- A los Héroes y Mártires, que con su esfuerzo y sacrificio hicieron posible el triunfo de nuestra Revolución.
- A todos los que han ayudado a construir la Revolución Cubana, obra forjadora de hombres de bien, hombres de ciencia.
- Al los Doctores en Ciencia Julio Alfonso Rubí y Rafael Sanzo Mancebo, por sus muestras de interés y consejos, en el desarrollo de este trabajo.
- A mi tutor Doctor en Ciencias Lázaro E. Pulido Delgado, por su ayuda incondicional la cual hizo posible la culminación de este trabajo.
- Al colectivo de profesores de la facultad de agropecuaria de la UNICA por haber hecho posible esta maestría.
- A muchos compañeros que de una forma u otra nos ayudaron en el desarrollo y culminación de este trabajo.

## Abreviaturas:

<b>ha</b>	Hectárea.
<b>h</b>	Hora.
<b>NPK</b>	Nitrógeno, Fósforo y Potasio
<b>Kg</b>	kilogramos
<b>(kg.ha<sup>-1</sup>)</b>	Kilogramos por hectárea
<b>t</b>	Toneladas.
<b>(t.ha<sup>-1</sup>)</b>	Toneladas por hectárea
<b>(h.ha<sup>-1</sup>)</b>	Horas por hectárea
<b>cm</b>	Centímetros
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetros cuadrados
<b>g</b>	Gramos
<b>lb</b>	Libras
<b>m</b>	Metros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros Cúbicos
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>mm</b>	Milímetros
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>C:N</b>	Relación Carbono - Nitrógeno
<b>%</b>	Porcentaje.
<b>DDG</b>	Días después de germinado
<b>DPSF</b>	Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes
<b>CITMA</b>	Ciencia Tecnología y Medio Ambiente
<b>SICA</b>	Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>CAI</b>	Complejos Agroindustriales
<b>MINAG</b>	Ministerio de la Agricultura
<b>GAIPA</b>	Grupo Agroindustrial Pecuário Arroçero
<b>IIA</b>	Instituto de Investigaciones del Arroz
<b>CPA</b>	Cooperativas de Producción Agropecuarias
<b>UBPC</b>	Unidades Básicas de producción Cooperativas
<b>CCS</b>	Cooperativa de Créditos y Servicios
<b>IIRI</b>	International Rice Research Institute
<b>CIAT</b>	Centro Internacional de Agricultura Tropical
<b>ONG</b>	Organizaciones no Gubernamentales
<b>ONU</b>	Organización de Naciones Unidas
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

<b>INDICE</b>	
<b>I- INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>7</b>
2. 1 - El género <i>Oryza</i> .....	7
2. 2 - Origen y Diseminación.....	8
2. 3 – Taxonomía.....	10
2. 4 - Morfología.....	13
2. 5 - El Cultivo del arroz en el Mundo.....	15
2. 6 - El cultivo del arroz en Cuba.....	16
2.6.1 - Producción en Empresas Especializadas.....	18
2.6.2 - Producción de arroz Popular.....	19
2. 7 - Importancia del arroz.....	20
2.8 - Comercio del arroz.....	21
2.9 - Requisitos ecológicos.....	22
2.10. Los Suelos arroceros .....	23
<b>III- MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>50</b>
<b>IV- RESULTADOS y DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	
<b>Anexo-1</b> Tabla No. 1: Contratación de arroz en Cuba.....	
<b>Anexo-2</b> Tabla No. 2 :Plagas Principales del Arroz en Cuba.....	
<b>Anexo-3</b> Tabla No. 3 :Las enfermedades principales que dañan el arroz en Cuba.....	
<b>Anexo-4</b> Planilla de datos del productor.....	
<b>Anexo-5</b> Tabla No.4: Aportes Medios de NPK (kg. t <sup>-1</sup> ) de diferentes fuentes de materia orgánica.....	
<b>Anexo-6</b> Tabla No. 8. Producción de Abonos Orgánicos que pueden ser empleados en la producción de Arroz Popular.....	
<b>Anexo-7</b> Tabla No.9: Abono Verde muy recomendado para la Producción de Arroz Popular.....	
<b>Anexo-8</b> Tabla No. 10 Bio-fertilizantes que pueden emplearse en la Producción de Arroz Popular .....	
<b>Anexo-9.</b> Tabla No. 11. Algunas de las variedades que pueden emplearse en la producción de Arroz Popular. ....	
<b>Anexo-10.</b> Tabla No. 12. Variedades seleccionadas para cada ecosistema.....	

## RESUMEN

Teniendo en cuenta la inestabilidad en la producción de arroz en los últimos 10 años en la provincia de Sancti Spíritus, se realizó un estudio con el objetivo de conocer la problemática de la producción de Arroz Popular, a partir de un diagnóstico donde afloraron las principales dificultades y aciertos de su implementación en la zona de estudio. Con la información obtenida del diagnóstico (a partir de encuestas a los productores), se procedió a evaluar, de forma comparativa, las tecnologías de siembra que se emplean en la provincia (transplante tradicional, SICA, directa en seco, directa en dique y voleo en dique), en cada uno de los municipios que producen este importante cereal. De acuerdo a los componentes del rendimiento evaluado en cada una de las tecnologías (tallos por macolla, panículas x m<sup>2</sup>, porcentaje de vaneos, peso de 1000 granos y rendimiento en t.ha<sup>-1</sup>), se obtuvo que, independientemente de la condición edafoclimática en que se evaluó, las tecnologías de “trasplante” (SICA y tradicional) superaron a las “siembras directas” (en seco, en dique y voleo en dique), lográndose volúmenes de producción superiores, lo que permitió la obtención de relaciones Beneficio/Costo positivas, a favor de los productores de arroz con las mismas.

## I- INTRODUCCIÓN

Hoy más que nunca la humanidad está ante un gran conflicto: **el incremento incontrolable de la población y la hambruna creciente en muchas regiones del mundo**, y al decir de García (1996), el hambre es más un reflejo del poder adquisitivo y del deterioro del medio ambiente, que la falta de alimentos o su potencial para producirlos.

En la Cumbre Mundial de la Alimentación Celebrada en Roma, en noviembre del año 1996, en su « Declaración sobre la Seguridad Alimentaria Mundial y Plan de Acción », se recoge en el inciso 6: “La perjudicial inestabilidad estacional e interanual de los suministros de alimentos puede reducirse. Los progresos deberán orientarse a reducir al mínimo la vulnerabilidad a las fluctuaciones del clima y a las plagas y enfermedades y sus efectos.... Las catástrofes naturales y de origen humano pueden a menudo preverse o incluso prevenirse y la respuesta debe ser oportuna y eficaz y contribuir a la recuperación”.

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

En el caso de Cuba se consumen anualmente más de 750.0 miles de toneladas, de las cuales aproximadamente el 50% tiene que suplirlo por las importaciones.



La Agricultura en la República de Cuba se caracterizó durante, muchos años, por contar con un cultivo principal (caña de azúcar) que ocupaba aproximadamente el 50% de la superficie cultivada. Esta situación ha cambiado de manera notable en los últimos años debido a la disminución de las áreas de caña de azúcar y a la utilización de estas áreas en la diversificación de la agricultura. Cuba es un país importador de alimentos y la producción de granos principales solo alcanza un 23% de las necesidades. El arroz, que es un alimento básico para la población, ocupa el segundo lugar entre los cereales de importación después del trigo (FAO, 1996). En los inicios de la década de los 90, con la desaparición de la URSS y del campo socialista, Cuba perdió más del 80% de sus mercados lo cual repercutió de forma negativa en la economía y por supuesto en la producción de arroz en las empresas especializadas (CAI), las cuales cuentan con una tecnología basada en la aplicación de volúmenes considerables de fertilizantes y productos plaguicidas químicos los cuales se aplican generalmente mediante aviones.

Entre las tareas sociales y económicas fundamentales señaladas por los Congresos IV y V del PCC se subraya la necesidad de intensificar las investigaciones relacionadas con la conservación, mejoramiento y uso racional de los suelos así como la búsqueda de vías más efectivas para elevar la productividad de los cultivos, prestándose especial atención a los problemas relacionados con la protección del ecosistema. Al respecto Castro (1997) señaló: “Lo que queremos es que haya más productos, lo que les pedimos a los agricultores es que aumenten los suministros”.

Teniendo en cuenta que la producción de arroz ha sido muy inestable durante los últimos 10 años, se considera que es un asunto urgente el incremento y estabilización de la producción de este cereal.

El Ministerio de la Agricultura de Cuba (MINAG) se esfuerza por el fortalecimiento de la producción de alimentos. Como parte de su política, el MINAG en el año 1996 comenzó a incentivar la producción de arroz a pequeña y mediana escala, lo que se conoce como Programa Popular de Arroz. Este programa está basado en la poca utilización de fertilizantes químicos y en el empleo de abonos verdes y orgánicos, así como el empleo de tracción animal.

Desde su implementación el Programa Popular de Arroz ha enfrentado dificultades de diversas índoles, por lo que aún hoy los resultados logrados distan mucho de las expectativas y potencialidades que del mismo se esperan. De ahí que la **problemática** sea “Decremento de los rendimientos del arroz, producido principal y fundamentalmente en las empresas especializadas (CAI), las cuales cuentan con una tecnología basada en la aplicación de volúmenes considerables de fertilizantes y productos plaguicidas muy deficitarios debido al alto costo de las importaciones y con dependencia marcada en la baja fertilidad de los suelos, insuficiente implementación de manejos integrados de plagas y enfermedades así como insuficiente regionalización de variedades y de semillas de calidad que permitan al cultivo aproximarse a su máximo potencial de rendimiento”.

La idea de la solución del problema surge por necesidad **social, ambiental y económica**: **Social**, por la alta demanda del cultivo para el consumo humano ya que resulta junto, al frijol, el principal ingreso financiero y de bienestar social de una buena parte de los productores agrícolas del territorio; **Ambiental**, por la obtención de producciones a costa de un empleo intenso de productos agrotóxicos y sin medidas de protección de suelo y agua que genera daños al agroecosistema y; **Económica**, por la disminución de los rendimientos del arroz y otros cultivos en el agroecosistema.

El problema afecta:

- **La economía de los productores:** ya que la solvencia económica y nutricional de muchos depende de este cultivo. Si las áreas y las producciones se deprimen, para mantener niveles adecuados, hay que invertir cada vez más en recursos hídricos y agrotóxicos, entonces el futuro agrícola del arroz está muy comprometido así como la economía de sus productores.
- **La salud:** el incremento en productos agrotóxicos es mundialmente reconocido que afecta la salud humana y animal.
- **El medio ambiente:** altera el principal medio de producción del agroecosistema, el suelo, observándose deforestación, incremento de temperatura por falta de cobertura vegetal, bajo contenido de materia orgánica y disminución de la biodiversidad.

La mayor parte del incremento en la producción de granos deberá producirse a partir del impulso de las nuevas tecnologías según IRRI, (1978), pues es conocido que estas serán de gran necesidad para producir mayor cantidad de arroz en menor área, con menos agua y plaguicidas IRRI, (1994).

La necesidad de búsquedas de alternativas para paliar esta situación, trajo consigo la realización de la presente investigación, partiendo de la **hipótesis**:

La implantación de una tecnología adecuada de producción en el cultivo del arroz en el territorio de la provincia de Sancti Spíritus trae consigo la no degradación del agroecosistema, protección del medio ambiente e incrementos sostenidos de los rendimientos del cultivo, lo que favorece el bienestar económico-social y calidad de vida de sus pobladores.

En base a la hipótesis anterior, se trazaron los siguientes **objetivos**:

- Realizar un estudio de la producción de arroz popular en la campaña de siembra de primavera que permita esclarecer el comportamiento de los rendimientos del cultivo y posibles causas de su decrecimiento.
- Estudiar, comparativamente, las tecnologías de siembras en arroz que se emplean territorialmente (municipalmente) en la provincia de Sancti Spíritus.
- Determinar la tecnología que mejor se adapte y comporte en cada condición edafoclimática de cada territorio (municipio) de la provincia de Sancti Spíritus y propiciar su generalización en los mismos.

De acuerdo a los objetivos trazados y resultados obtenidos, se considera como **novedad científica**, la siguiente: “Por primera vez se hace un diagnóstico de las particularidades de las diferentes tecnologías de siembra de arroz en cada territorio (municipio) de la provincia de Sancti Spíritus, determinándose las causas de los decrecimientos en los volúmenes de producción de arroz y se brindan alternativas para la generalización de la tecnología de siembra más eficiente desde el punto de vista económico, social y medioambiental para cada condición ecozonal específica”.

## II- REVISIÓN DE LA LITERATURA.

### II-1- Género *Oryza*.

El género *Oryza*, al cual pertenecen las especies cultivadas de arroz, se originó probablemente hace unos 130 millones de años como una maleza salvaje. En la actualidad el arroz se encuentra distribuido en todos los continentes excepto en la Antártida (Chang, 1976). Se desarrolla entre los 55<sup>0</sup> de latitud Norte y los 36<sup>0</sup> de latitud Sur bajo condiciones de aniego, regadío o seco. Su cultivo alcanza los 148 millones de hectáreas, extensión equivalente al 11% de la tierra cultivable del planeta.

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

El 90% del arroz crece y se consume en Asia donde vive el 60% de la población de todo el planeta. En algunos países como Bangladesh, Camboya y Laos el arroz representa el 70% de las calorías que consumen diariamente, mientras que en China y la India alcanza el 40%.

El arroz se ha considerado como una de las plantas más antiguas, siendo además el cereal más ampliamente cultivado en el mundo, constituyendo el principal alimento para más de la mitad de la población humana (FEDEARROZ, 1997).

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

El arroz es uno de los cultivos más antiguos que el hombre conoce. Hallazgos arqueológicos encontrados demuestran la existencia de este cultivo desde hace más de 5000 años. Su importancia económica radica que en el mundo actual es la principal fuente de alimentos ya que constituye el grano básico de los países más poblados del planeta. Solo en América Latina el área dedicada al cultivo alcanza 6.4 millones de hectáreas y a escala mundial las siembras ocupan unos 147 millones de hectáreas (Rivero et al, 2001).

El aumento de la producción de arroz mediante una agricultura sostenible y que no perjudique el medio ambiente es un arma esencial para lograr que algunos países, especialmente Asia y África puedan asegurar la alimentación de su población (FAO, 2004). La organización hizo esta afirmación en el marco de una conferencia internacional en Roma, que ha reunido a numerosos expertos para discutir y promover la producción mundial de este cereal y su comercialización. El encuentro de especialistas forma parte de una campaña para promover el desarrollo de este cultivo con motivo del Año Internacional del Arroz.

## **II-2-Origen y Diseminación.**

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Se estima que el arroz cultivado tiene su origen en la India, que incluye a Birmania, en su centro número dos de origen debido a que en ella abundan los arroces silvestres, pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (FAO, 2004).

Sin embargo, en la literatura China se hace mención, tres mil años antes de nuestra era, de la ceremonia de la siembra, ceremonia que solo el emperador de China tenía el privilegio de presidir. Por otra parte se han descubierto en el valle del Yang Kiang restos de arroz que remontan a 3 ó 4 mil años antes de nuestra era.

Roschevicz cree también que la ***Oryza sativa***, es originaria del Sudeste Asiático, de la India principalmente y que quizás igualmente de la península indochina donde la ***Oryza fauta koenig***, antepasado directo de la ***Oryza sativa***, se encuentra aún en estado salvaje, concentrándose en la región de los grandes lagos de Camboya.

Es igualmente probable que desde el Sur de China el arroz fuera introducido en Filipinas, donde es cultivado desde la antigüedad. Paralelamente de forma directa o a través del Sur de la India por la ruta Malasia, el arroz fue propagado en Indonesia por los “Deuterios” Malayos, tras su emigración quince siglos antes de la era cristiana y documentos verídicos demuestran que se cultiva en Java ya en el año 1080 antes de nuestra era. También a partir del Sur de la India, el arroz penetró en Ceilán, donde fue, sin lugar a dudas, cultivado en secano y seguidamente bajo el agua gracias a la construcción de grandes depósitos análogos a los de la India y de los que todavía se encuentran vestigios y algunos aún están de uso.

La extensión de la ***Oryza sativa*** a Asia occidental y a la cuenca mediterránea es más reciente; fue sin duda bajo el imperio persa y a su continuación de su implementación, cuando el cultivo del arroz se extendió hacia Mesopotámia hasta el Eufrates e incluso Siria por una parte y hacia Turkestán por otra. Los primeros autores griegos de cuyos textos se tiene noticia corresponden a Theophrasto, uno de los compañeros de Alejandro Magno y Aristóbulo (este último citado por Estrabón); a consecuencia de la invasión de la India por Alejandro Magno, en el año 320 antes de Cristo, los griegos descubrieron el arroz y lo introdujeron en Grecia, los autores griegos indican además que el arroz era cultivado en Bractrania, comarca que comprendía parte de Turkestán actual e Irán, unos 400 años antes de cristo, y también en Babilonia y Susiana. Es sin embargo, posible que los griegos lo hubieran conocido mucho antes de esta época, gracias al contacto con los viajeros Árabes que visitaban la costa occidental de la India. En griego el arroz recibe el nombre de “Uruza”, término quizás derivado de Arruz (Al-ruza) de origen lingüístico grávida (Socorro- Martín, 1989).

La expansión del cultivo del arroz debido a los árabes fue sin duda mucho más importante y su introducción más eficaz; desde el siglo IV antes de Cristo, al siglo primero lo introdujeron en Egipto, desde el siglo VIII al siglo X se dedicaron a la introducción del arroz asiático de grano largo y estrecho en la costa oriental de África y tal vez en el nordeste de Madagascar; lo llevaron consigo a Marruecos y a España cuando la invasión de la península Ibérica.

De esta forma se implantó en la cuenca del Mediterráneo el cultivo del arroz Asiático. Por su parte los portugueses, a los que el descubrimiento de la ruta marítima de las indias por Vasco de Gama había abierto Calcuta, Goa y las Malucas, importaron el arroz, que introdujeron en Portugal entre 1498 y 1505; es probable que se importase entonces en el reino de Nápoles, más tarde en Lombardía. En 1553 se intentaron cultivos de arroz en Francia (Lorena) y en Alemania.

Hacia finales del siglo XVII, los holandeses y los Portugueses introdujeron el arroz en América del Norte (Carolina) y en América del Sur, principalmente en Brasil, así como Australia y en las islas del Pacífico y los Españoles lo introdujeron en Centroamérica y partes de Sudamérica (Molina-Ochoa, 2004).

### **II-3- Taxonomía**

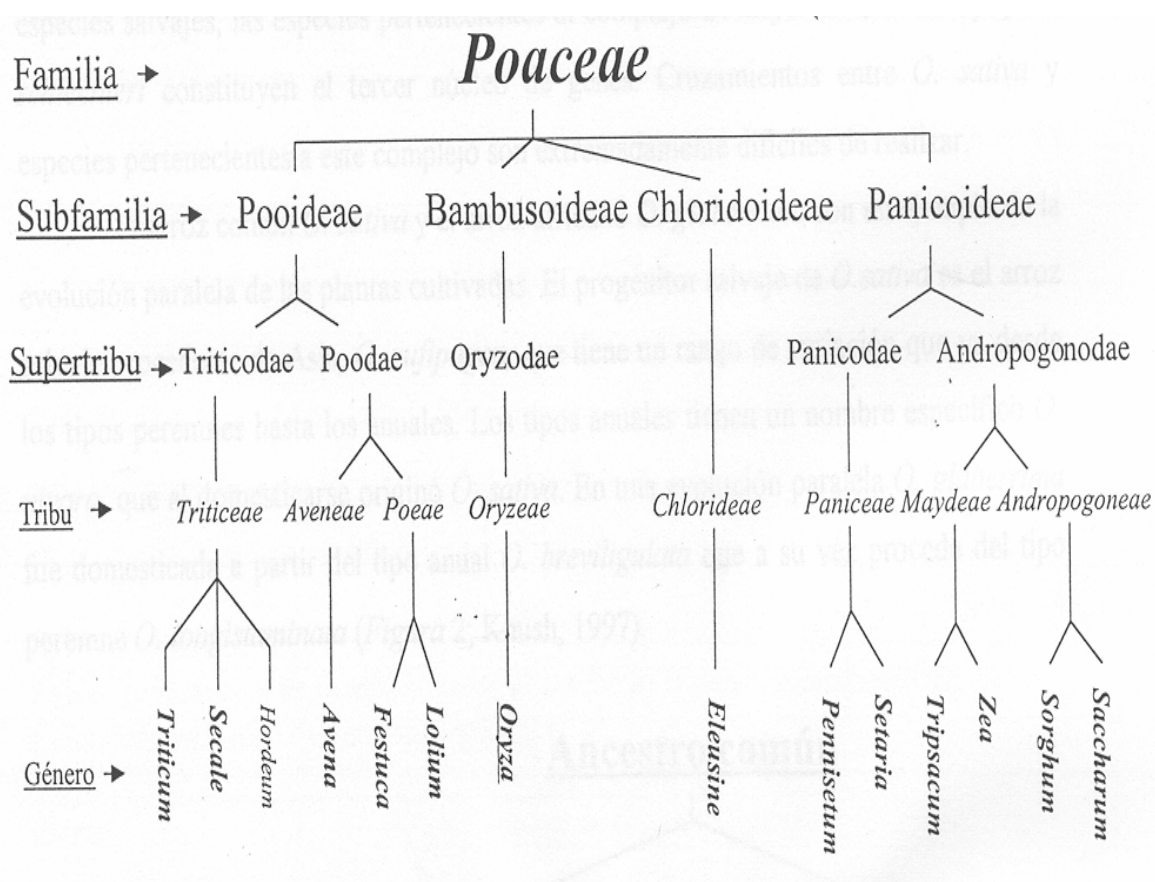
El arroz (***Oryza sativa* L**) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia ***Poaceae*** (FAO, 2004). El arroz, un pasto natural (Gramínea), pertenece al género ***Oryza*** el cultivo incluye veinte especies silvestres y dos especies cultivadas, ***Oryza sativa*** (arroz de Asia) y ***Oryza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

En Asia la ***Oryza sativa* L** está diferenciada dentro de tres subespecies basadas sobre sus condiciones geográficas; *índica*, *javánica* y *japónica*; *índica* se refiere a las variedades tropicales y subtropicales cultivadas en el Sur y Sureste de Asia y Sur de China; *Javánica* designa a los arroces bulu (aristado) y gundil (sin aristas) con panículas largas y granos bien delineados que crecen a lo largo de las regiones *índicas* en Indonesia; la *Japónica* se refiere a las variedades de granos pequeños y redondeados

de las zonas templadas de Japón, China y Corea. Las variedades del tipo Japónica son cultivadas en el norte de California, EE.UU. debido a la tolerancia a las bajas temperaturas nocturnas. Las variedades del tipo indica son cultivadas en el sur de los EE.UU. (Molina – Ochoa, 2004).

El género **Oryza** junto con otras gramíneas muy conocidas como sorgo, caña de azúcar, trigo, maíz, centeno, avena, cebada etc. pertenecen a la familia Poaceae.

Figura 1. Relación taxonómica entre la familia de las Poaceae.



Existen 21 especies del género **Oryza**, de ellas nueve del tipo salvaje son tetraploides y el resto, tanto salvajes como cultivadas, son diploides. El arroz diploide contiene 24 cromosomas y su genoma es de  $4,3 \times 10^8$  Kpb, un orden de magnitud menor que el genoma humano y sólo tres veces superior al de *Arabidopsis thaliana*, la planta modelo para los biólogos moleculares (Izawa y Shimamoto, 1996). El mejor entendimiento de la genética y la biología del arroz pueden ayudar considerablemente a la mejora de otras cosechas de la misma familia de las Poaceae.

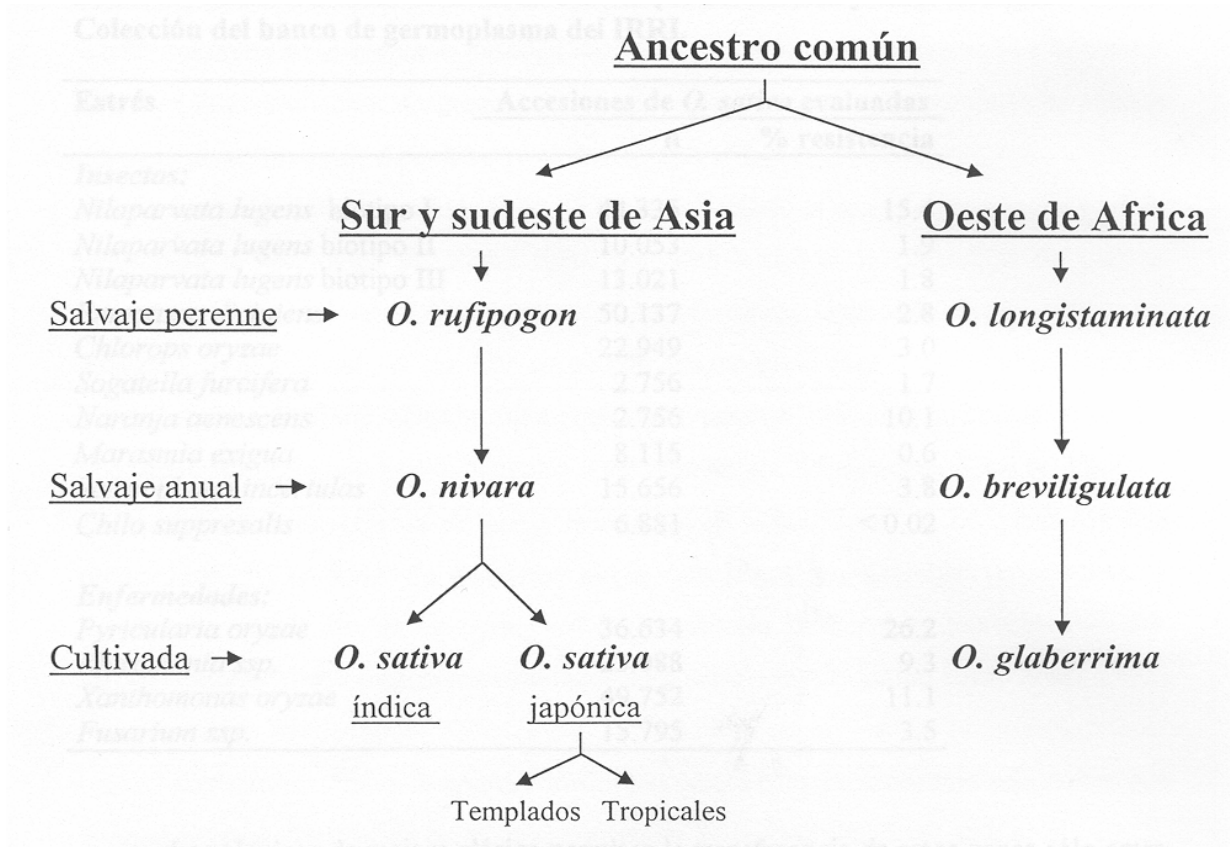


Harlan y De Wet (1971) sugirieron clasificar las especies salvajes relacionadas con las especies cultivadas de arroz en tres grupos basándose en estudios de variación de 42 aspectos morfológicos en 16 especies que permitieron agrupar al género ***Oryza*** en: (1) ***Oryza sativa*** y especies relacionadas, (2) ***Oryza officinalis*** y especies relacionadas y (3) otras especies distantes.

En años recientes se han realizado esfuerzos en la introducción de genes útiles, desde las especies salvajes a las especies cultivadas de arroz a través de la hibridación interespecífica (Jena y Khush, 1990; Brar *et al.*, 1996). Básicamente las especies salvajes ***Oryza rufipogon***, ***Oryza nivara***, ***Oryza glumaepatula***, ***Oryza meridionalis***, ***Oryza breviligulata***, ***Oryza longistaminata*** y las especies cultivadas ***Oryza sativa*** y ***Oryza glaberrima*** constituyen el núcleo primario de aporte de genes. Estas especies comparten el genoma AA y la transferencia de genes puede realizarse mediante la hibridación interespecífica y procedimientos de selección. Las especies pertenecientes al complejo ***Oryza officinalis*** constituyen el segundo grupo de aporte de genes. Cruzamientos entre ***Oryza sativa*** y especies de este complejo pueden ser realizados mediante la técnica del rescate de embriones. Ya que existen limitaciones entre el genoma AA de ***Oryza sativa*** y BB, CC, CCDD, EE y FF de las especies salvajes, las especies pertenecientes al complejo ***Oryza meyeriana***, ***Oryza ridleyi*** y ***Oryza schlechteri*** constituyen el tercer núcleo de genes. Cruzamientos entre ***Oryza sativa*** y especies pertenecientes a este complejo son extremadamente difíciles de realizar.

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

Figura 2. Co-evolución de dos especies de arroz.



## II-4- Morfología (FAO, 2004).

**II-4.1-Germinación:** Cuando se produce la germinación del grano de arroz, lo primero que surge de dicho grano es el coleóptilo. Este órgano que incluye las hojas seminales, emerge como un cilindro fusiforme y puede ser incoloro, verde pálido o púrpura pálido hasta intenso.

**II-4-2-Raíces:** Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adverticias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

**II-4-3-Tallo:** El tallo se forma de los nudos y entrenudos, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud. (Socorro- Martín, 1989) se refieren que al principio los tallos miden unos pocos centímetros, pero a partir de la formación de la canícula se alarga con gran rapidez lo que posibilita que esta emerja de la vaina de la hoja panicular y de la hoja bandera.

**II-4-4-Hojas:** Las hojas son alternas, envainadoras, con limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de unión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde interior una serie de cirros largos y sedosos y las aurículas (son dos apéndices que se encuentran en ambos extremos de la unión del limbo con la vaina, tienen forma de hoz, con pequeños dientes en la cara convexa).

**II-4-5-Flores:** Son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrella y colgante después de la floración. (Socorro- Martín, 1989) aseguran que la flor del arroz es hermafrodita, ya que contiene los dos órganos reproductores y lleva dos glumelas florales, estas son en definitiva la cáscara del grano, reciben el nombre de lemma la de la parte inferior que es la mas grande y palea la de la parte superior.

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

**II-4-6-Grano:** El grano del arroz es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariósipide) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo.

## **II-5- El Cultivo del arroz en el Mundo.**

- Se produce arroz en 113 países, es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial.
- En el mundo en desarrollo el arroz proporciona el 27 por ciento de la energía alimentaria y el 20 por ciento de las proteínas.
- La producción de arroz es la principal actividad y fuente de ingresos de unos 100 millones de hogares en Asia, África y América Latina.
- De los 840 millones de personas que consumen este cereal, más del 50 % vive en zonas que dependen de la producción de arroz para alimentarse, obtener sus ingresos y empleo.

- Los pequeños campesinos producen cerca de cuatro quintas partes del arroz mundial, para consumo local.
- En los últimos diez años, el cultivo del arroz, ha mantenido una evolución positiva, siguiendo una tendencia ascendente desde la década de los años 60 en cuanto al área sembrada y el rendimiento obtenido, lo que ha propiciado una mayor producción global. La alta tecnología del cultivo empleada en países desarrollados de Europa, Oceanía y América del Norte produce altos rendimientos, destacándose en tal sentido Australia con 7.2 (t.ha<sup>-1</sup>); EE.UU., 5.4 (t.ha<sup>-1</sup>); España con 6.3 (t.ha<sup>-1</sup>); Corea del Norte 6.1 (t.ha<sup>-1</sup>); y Japón con 6.6 (t.ha<sup>-1</sup>); (Socorro- Martín, 1989).

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

Tabla No.1 Mayores productores mundiales de arroz cáscara, al finalizar el año 2004 en miles de toneladas.

1. China	166.000.000
2. India	133.513.000
3. Indonesia	51.849.200
4. Bangladesh	38.060.000
5. Vietnam	34.605.400
6. Tailandia	27.000.000
7. Myanmar	21.900.000
8. Filipinas	13.171.087
9. Brasil	10.219.300
10. Japón	9.863.000
Fuente: FAO, 2004.	

Habiendo terminado la campaña de 2004 en el hemisferio sur así como las cosechas de la temporada principal (primera) en los países productores del hemisferio norte, se cuenta ahora con estimaciones más precisas de las cosechas recogidas y las perspectivas generales para la producción mundial de arroz en 2004 son mucho más seguras. Dado, sin embargo, que las cosechas secundarias de arroz (principalmente de regadío) del hemisferio norte representan actualmente una parte mayor de la producción Según los pronósticos actuales, la producción mundial de arroz sería de 27 millones de toneladas, o sea casi un 5 por ciento más que en 2003, cercana al volumen récord de 1999. La mayor parte del incremento con respecto al año anterior se prevé en **Asia**, principalmente China, donde un conjunto de factores, como unas condiciones atmosféricas favorables, el aumento de los precios de mercado y la reintroducción de incentivos para los productores de arroz (en la forma de exenciones de impuestos, precios mínimos de protección y, por primera vez, pagos directos a los productores de cereales), ha dado lugar a un aumento de los cultivos de arroz y de los rendimientos. Unas excelentes condiciones de crecimiento y el aumento de la superficie sembrada han determinado también en Indonesia un incremento considerable de la producción, que alcanzó un nivel sin precedentes.

En el Japón, se prevé que la producción se recuperará sólo parcialmente con respecto a la mala cosecha de 2003, debido a que los cultivos de este año se han visto perjudicados por los tifones. Es probable que la producción de la República de Corea se recupere completamente con respecto al bajo nivel del año pasado, pese a una reducción de la superficie sembrada con arroz. En otras partes de la región, se prevén cosechas favorables en Afganistán, la República Democrática de Corea, el Pakistán, Filipinas y Viet Nam. En cambio, se prevé que las malas condiciones atmosféricas, particularmente sequía e inundaciones, provocarán un descenso de la producción en Bangladesh, Camboya, la India, Malasia, Myanmar, el Nepal, Sri Lanka y Tailandia.

En **América Latina y el Caribe**, se obtuvieron excelentes cosechas de arroz de la presente campaña en Argentina, Brasil y el Uruguay gracias a unas condiciones de crecimiento favorables y a un cambio hacia el cultivo de arroz, de mejor rentabilidad.

También se prevé un aumento de la producción en Bolivia, Colombia y México, pero se estima que ha descendido considerablemente en el Ecuador y el Perú, debido a los problemas de la sequía imperante durante la campaña, y en Chile, debido a los bajos precios vigentes en 2003 que obligaron a abandonar el cultivo del arroz. Las perspectivas son también poco prometedoras en América Central y el Caribe, donde los cultivos se han visto perjudicados por sequías, plagas y huracanes, previéndose mermas en Costa Rica, Cuba, la República Dominicana, Haití, Nicaragua y Panamá, mientras que en Honduras no se prevén más que aumentos moderados.

El 4% del arroz cultivado se comercializa en el mercado internacional. Tailandia es actualmente el mayor exportador mundial con 4-6 millones de toneladas por año. Estados Unidos ocupa el segundo lugar con aproximadamente 4 millones toneladas, seguido por Vietnam que exporta aproximadamente 1 millón toneladas.

Los mayores importadores son Irán, Irak y Arabia Saudita con 0,9, 0,7 y 0,5 millones toneladas y año, respectivamente (Khush, 1997).

Según datos presentados en la Consulta Mundial de Expertos sobre la brecha de rendimiento y la disminución en la productividad del arroz, convocado en el 2000 por la FAO en Roma, en muchos países en desarrollo los rendimientos del arroz de riego se ubican apenas entre las 4 y 6 ( $t \cdot ha^{-1}$ ), cuando el potencial de las variedades modernas de arroz esta entre las 10 y 11 ( $t \cdot ha^{-1}$ ). Esta diferencia es lo que se conoce como brecha de rendimiento y se observa con frecuencia entre los agricultores de una misma zona debido a los diferentes niveles de manejo del cultivo y a la diversidad de oferta ambiental. Según (FAO, 2004), se estima que la producción mundial de arroz blanco para el 2010 será de 482 millones de toneladas y que de aquí a treinta años debe incrementarse en un 70% para responder a las necesidades mundiales. La mayor parte del incremento en la producción tendrá que provenir de los países en desarrollo pues son ellos los que responden por el 95% de la producción mundial. La mayor parte de ese incremento tendrá que obtenerse con un significativo aumento en el rendimiento ya que muy poca tierra estará disponible para nuevos cultivos de arroz. Se estima que el incremento anual promedio del rendimiento de los cultivos sea del 1.5 % desde 1990 hasta el 2010, comparado con un incremento del 2.3% en promedio logrado hasta 1990.

## **II-6- El cultivo del arroz en Cuba.**

En Cuba el arroz es el principal cereal cultivado sólo superado por la caña de azúcar. Constituye la principal fuente de calorías de la población cubana por lo que muy rara vez no está presente en las comidas diarias. El arroz se cultiva en el país desde el año 1750, pero comenzó su desarrollo en gran escala a partir del año 1967. Este cereal ocupa un lugar importante en la dieta del cubano, con un consumo anual de 40 kg per cápita, lo cual según reportes de la FAO sitúan al país entre los mayores consumidores de América Latina (Hernández, 1999).

El arroz fue introducido en las antillas por los Españoles, pocos años después del descubrimiento de América y se supone que en Cuba se introdujo procedente de Republica Dominicana. En la etapa colonial la producción se hacia de secano, por lo tanto la época de siembra se limitaba a los meses lluviosos (Socorro- Martín, 1989).

El cultivo del arroz se estableció en Cuba alrededor del año 1750, pero no fue hasta la segunda mitad del siglo XX que empezó a ganar importancia, cuando se introdujeron en el país algunas variedades norteamericanas, principalmente de Texas. La mayor parte de estas provenían originalmente de Asia, como la variedad Honduras, introducida en los Estados Unidos a finales del siglo XIX desde la India y conocida en Cuba como Zayas Bazan. Del mismo modo, las variedades Nira y Rexoro (esta última conocida en Cuba como Rexora), llevadas a los Estados Unidos desde Filipinas durante los años 1911 y 1916, y la variedad Fortuna, seleccionada a partir de una variedad proveniente de Taiwán. Estas variedades, consideradas como pioneras en el mejoramiento genético en los Estados Unidos, tenían como característica principal la calidad del grano, sobre todo Rexoro, así como gran resistencia a la sequía. Sin embargo, como inconveniente presentaban alta susceptibilidad al acame y problemas con el ciclo vegetativo, ya que las variedades Fortuna y Honduras son fotoperiódicas. Posteriormente, durante las décadas del 50 y los primeros años de los 60 se introdujeron en Cuba otras variedades, como son Blue Bonnet y Century Patna 231. A partir del año 1967 se comenzaron a introducir variedades de tipo indica semienana del (IRRI) en Filipinas y del (CIAT) en Colombia (IIA-MINAG, 2002).

En el año 1827 se recogieron 13 022 500 libras de arroz cáscara, produciéndose en 1867 la mitad del arroz que consumía la isla, en 1927 se introducen nuevas variedades y ya en 1942 se amplió el área dedicada a este cultivo, instalándose al mismo tiempo molinos arroceros modernos. A partir de la década de los cuarenta del siglo pasado comienza el incremento de productores en la provincia de Sancti Spíritus, en el 1970 se aprecia volúmenes considerables de siembra alcanzándose los mayores niveles a partir del año 1992, teniendo como principales protagonistas a los campesinos asociados en CCS, CPA, autoconsumo, parceleros y otros.

La agricultura en Cuba se caracterizó durante muchos años por contar con un cultivo principal (caña de azúcar) que ocupaba aproximadamente el 50% de la superficie cultivada. Esta situación ha cambiado de manera notable en los últimos años debido a la disminución de las áreas de caña de azúcar y a la utilización de estas áreas en la diversificación de la agricultura. Cuba es un país importador de alimentos y la producción de granos principales solo alcanza un 23% de las necesidades. El arroz que es un alimento básico para la población ocupa el segundo lugar entre los cereales de importación después del trigo (FAO, 2002). En los inicios de la década de los 90, con la desaparición de la URSS y del campo socialista, Cuba perdió más del 80% de sus mercados lo cual repercutió de forma negativa en la economía y por supuesto en la producción de arroz en las empresas especializadas, (IIA-MINAG., 2002).

En el informe central al Tercer Congreso del PCC, Fidel Castro (1986), expresa que una superficie inferior a 183 600 ha (área que se sembró en 1975), el rendimiento del arroz se incremento en un 14% al pasar de 3.0 a 3.5 (t.ha<sup>-1</sup>), planificándose para el quinquenio 1986-1990 un incremento de 4.4% anual, a lo que corresponde un rendimiento de 4.47 (t.ha<sup>-1</sup>), en 1990.

Aunque Cuba, con una población de más de 11 millones de habitantes, ha sido identificada como un famoso productor de azúcar, el 65% de su PIB proviene del sector de los servicios, 17% del sector manufacturero; mientras que el sector agrícola tan solo contribuyó con un 6.3% en el 2002 (Economist, 2003).



Actualmente el arroz se cultiva bajo dos sistemas; el estatal e industrial y el especializado denominado “Arroz Popular”, con muy diversas tecnologías, ecosistemas y conceptos de explotación de la tierra (Alfonso *et al*, 2002).

En el caso de Cuba se producen cada año 0,3 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 2,5 (t.ha<sup>-1</sup>). La producción anual no satisface las demandas de producto y el país se ve obligado a importar más de 0,4 millón de toneladas por año a precios que oscilan entre 200-350 USD por toneladas. (Anexo No-1. Contratación de arroz en Cuba).

#### **II-6-1- Producción en empresas especializadas.**

A partir de 1967 se conformó el Programa para el Desarrollo del Arroz, con el objetivo de desarrollar este cultivo en Cuba. El promedio de siembra durante 1980 y 1990 fue de 130 000 ha. Esta cifra disminuyó dramáticamente durante 1990 y 2000, debido a la crisis económica que afectó al país con la desintegración de la URSS y del campo socialista, perdiendo el mercado de nuestros productos principales.

A estas empresas se les llaman (CAI), ya que además de la producción de arroz, su misión fundamental, realizan otras producciones complementarias, relacionadas básicamente con la ganadería, utilizada en la rotación de cultivos. La producción de estos CAI se realiza de forma tecnificada, con la utilización de la aviación y de maquinaria terrestre para cada actividad del cultivo. Se utilizan fertilizantes nitrogenados y plaguicidas en el control de malezas, insectos y enfermedades originadas principalmente por hongos.

#### **II-6-2- Producción de Arroz Popular.**

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

En 1996, el MINAG decidió estimular este tipo de producción y designó a la Unión de los CAI (actualmente, GAIPA) y al IIA para la rectoría técnica y la organización de este tipo de producción. El programa de producción de arroz no especializado (Popular), surgió en la década del 90 en el contexto de las dificultades económicas que atravesó el país y que provocó la limitación de las posibilidades productivas del sector especializado (Diseñado para la producción a gran escala con el empleo masivo de la mecanización, quimización, etc). En consecuencia con ello el programa se ha basado en el empleo de bajos insumos, el estímulo al cultivo a pequeña y mediana escala, con la participación de cooperativas, productores individuales o instituciones estatales (Alemán *et al*, 2002).

La producción de arroz se favorece con el préstamo de más de 22814 ha, de las cuales 17446 ha el 76%, ya han sido cosechadas por campesinos, CPA, UBPC y jubilados que distribuyen la cosecha entre su autoconsumo y las ventas al estado, para garantizar su presencia en el mercado minorista. Por otra vía, la producción alcanza las 272 miles de toneladas anuales, las que sumadas a las que se obtienen en las arroceras estatales, garantizan la mitad del consumo nacional, que ha crecido en la última década de 43 kg/percápitas anuales a 60 kg/percápitas anuales. Las cosechas de arroz popular tienen costos inferiores a los cien dólares la tonelada, con ello ha sido posible disminuir en 60% el precio del arroz que se expende de forma liberada nacionalmente, es decir 8.70 pesos que costaba en 1996, a 3.50 pesos actualmente. En estos momentos, la reserva mundial de arroz está entre la más baja de la historia, con una reducción del 30% desde el primer trimestre del 2003 e igual periodo del 2004, con aumentos de más de cien dólares la tonelada en algunos países grandes productores (Alemán, 2004).

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

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

Madruga, (2004) expresó: Aumentar las producciones arroceras sobre la base de mejores rendimientos, junto con una mayor calidad de este grano, es de los objetivos que se propone Cuba en el 2004, declarado oficialmente Año Internacional del Arroz por la ONU teniendo en cuenta la incidencia de este cultivo en la alimentación de la humanidad y las bajas reservas que hoy tiene de ese cereal el planeta. De Acuerdo con el programa general para la celebración de tal jornada mundial, Cuba desarrolla un programa que aspira a aumentar la producción del 2004 en un 10% con respecto al 2003 obteniendo mayores rendimientos agrícola e industrial. La producción nacional solo satisface un poco más del 50% de las necesidades por lo que se ve obligado a completar con importaciones.

## **II-7- Importancia del arroz.**

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

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

## **II-8- Comercio del arroz (FAO, 2004).**

El consumo de arroz y por tanto el comercio está diferenciado por los tipos de arroz y por la calidad de los mismos. Se consideran los siguientes tipos de arroz:

- De largo de perfil indica: este a su vez clasifica de acuerdo al porcentaje de granos partidos y el que sean o no aromáticos. Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluyendo aproximadamente del 10-15% de arroces aromáticos (tipo jazmín y basmatil), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad.
- De grano medio/corto de tipo japónica: el comercio de este tipo de arroces representa solamente una cuota del 15% (FAO, 2004).

## **II-9- Requisitos ecológicos (FAO, 2004).**

### **II-9-1- Clima:**

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

### **II-9-2- Temperatura.**

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

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

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

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

### **II-9-3- Luz.**

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

Durante el ahijamiento, el punto de crecimiento se encuentra en estado vegetativo, ya que de este se van formando las hojas. Al final del ahijamiento se produce el cambio de primordio, lo que provoca que en el punto de crecimiento se produzcan cambios celulares que dan origen a la formación de la panícula, la que comienza su desarrollo desde este momento: el cambio de primordio es un proceso que se prolonga por varios días y su duración depende del tipo de variedad. En las variedades de ciclo corto dura unos 3 días y en variedades de ciclo medio hasta 7 días. También la duración del día influye significativamente sobre el momento de producirse el cambio de primordio. Con días cortos el proceso se acelera y con días largos se retrasa.

No obstante, el retraso en el comienzo de la diferenciación del punto de crecimiento, implica el aumento de la productividad de la panícula (Socorro- Martín, 1989).

## **II-10- Suelo.**

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes (FAO, 2004).

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

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

- Proveer la superficie del suelo con materia orgánica como paja o rastrojos. La materia orgánica es el alimento de la vida del suelo, especialmente de la vida aeróbica que forma los poros.
- Proteger la superficie porosa del suelo contra el impacto de las lluvias, mediante "Mulch" (cobertura muerta) o por una siembra más densa o cultivo de cobertura.
- Mantener los poros siempre en la superficie del suelo. La siembra directa y el laboreo mínimo son los más adecuados.
- Proteger los cultivos del viento, haciendo cortinas "rompe viento".
- Se debe utilizar la maquinaria muy criteriosamente, pasando sobre el campo lo mínimo posible.
- Mantener la vida del suelo lo más diversificada posible. Los monocultivos "crían" enfermedades y plagas. La rotación de los cultivos es importante.

- Si se realizan araduras no invertir el prisma, solamente hacerlo muy excepcionalmente para eliminar algún tipo de brote de plantas competidoras o de algún organismo patógeno, pero solo por una vez.
- Incorporar los residuos orgánicos al suelo a no más de 15 cm de profundidad.
- Aplicar fertilizantes en todo lo posible natural para nutrir el suelo y los microorganismos.

### **II-10-1- Influencia de las leguminosas sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos arroceros.**

La práctica de abonos verdes consiste en la incorporación de una masa vegetal no descompuesta de plantas cultivadas, con la finalidad de restaurar y (o) preservar la productividad del suelo (Chávez, 1986 citado por Álvarez *et al*, 1995).

Las funciones de los abonos verdes están asociados a los siguientes puntos básicos, según IAPAR (1986), Ana Primavesi (1990) y Da Costa (1991), citado por Álvarez *et al*. (1995):

- Cobertura y protección al suelo
- Mejora de sus condiciones físicas, químicas y biológicas
- Incremento de su contenido en materia orgánica, así como el aporte, reciclaje y movilización de nutrientes
- Combate de los nemátodos, plagas y enfermedades
- Control de plantas invasoras.

Los abonos verdes influyen directamente en las características físicas de los suelos: estructura, capacidad de retención del agua, densidad, velocidad de infiltración y aireación (Cancio *et al*, 1989; citado por Álvarez *et al*, 1995 y García, 1997).

Las gramíneas se han destacado por la eficiencia en la formación de agregados, a través de la acción directa e indirecta de las raíces; es por ello que uno de los métodos más adecuados para mejorar la estructura de un suelo es mediante la mezcla de una gramínea con vigoroso sistema radical en constante renovación y una leguminosa que acelere la descomposición de los residuos vegetales.

De acuerdo a Lizhi (1991) citada por García (1997), con esta mezcla se incrementa la relación C:N del material añadido y se reducen los índices de descomposición, lográndose incrementar rápidamente la materia orgánica del suelo.

Durante el período 1986-1989 se realizaron un grupo de experimentos y pruebas de observación en el IIA sobre el comportamiento de la *Sesbania rostrata* y *Sesbania emerus* a las condiciones agroclimáticas con el objetivo de evaluar la factibilidad de cada una de las especies como abonos verdes para el mejoramiento de los suelos arroceros de Cuba. Los resultados más sobresalientes demuestran que ambas especies se adaptan, adecuadamente a las condiciones agroclimáticas de primavera en el período comprendido entre marzo y agosto. Ambas especies producen sus mayores biomásas en el mes de mayo en sólo 45 DDG con valores que oscilan entre 45 y 55 ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) con aportes de N disponibles para el cultivo del arroz de 70 a 85 ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). La incorporación como abonos verdes, produce incrementos en el rendimiento agrícola del arroz en más de 1 ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Igualmente, aumentan la capacidad de intercambio catiónico e incrementa la disponibilidad del fósforo asimilable del suelo, así como produce un ligero incremento en el pH y en el contenido de materia orgánica en el suelo (Canet *et al*, 1995).

Según Canet *et al* (1995), durante un trabajo desarrollado con el objetivo de conocer el comportamiento de variedades de arroz de ciclo corto y medio utilizando *Sesbania rostrata* y la fertilización mineral, se observó que los tratamientos con *Sesbania* fueron superiores a los de fertilización con NPK en 1 ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) de arroz, tanto en las variedades de ciclo corto como en ciclo medio, por lo que es factible la sustitución de la fertilización mineral con el uso de esta técnica sin reducción del rendimiento. Por otra parte, los niveles de pH, fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), materia orgánica (M.O) y potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) que antes de la siembra eran: pH=6.8;  $\text{P}_2\text{O}_5=3.2$  ( $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ); M.O=1.87% y  $\text{K}_2\text{O}=10$  ( $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), se incrementaron después de la cosecha con la fertilización de *Sesbania* hasta valores de 7.43, 18.57, 3.41 y 9.41 respectivamente. El costo de producción de 1 tonelada de arroz fue de \$1.92 con *Sesbania* y \$20.56 con fertilización química, lo que mejora la economía al usar este abono verde.



Según García *et al* (1995), los resultados de dos experimentos para comparar diferentes abonos verdes y otro que recibió 150 Kg (N.ha<sup>-1</sup>), mostraron que la mayor cantidad de masa seca la aportó el *Sorgo*, la *Crotalaria juncea*, y la *Sesbania rostrata*; mientras que la *Crotalaria*, la *Canavalia* y la *Sesbania* incorporaron apreciables cantidades de Nitrógeno, destacándose el *Sorgo* por su contribución de Fósforo y Potasio. Sin embargo al mes de la incorporación de los abonos verdes no se notaron diferencias en los contenidos de Materia Orgánica, Calcio, Magnesio, pH y Fósforo asimilable del suelo, incrementándose en la mayoría de los casos el Potasio asimilable.

También en Filipinas fueron evaluadas ocho especies de leguminosas como sustitutas de la fertilización nitrogenada, obteniendo como resultado que en dos años la *Sesbania* y la *Crotalaria* acumularon cantidades de nitrógeno superiores a las requeridas por el cultivo del arroz, además de aumentar el carbono orgánico del suelo y el nitrógeno total (Meelu, 1992; citado por García *et al*, 1997).

## **II-10-2- pH.**

La inundación tiende a aumentar y disminuir el pH del suelo en suelos ácidos y alcalinos, respectivamente, inclinando a un estado constante cerca de neutralidad, este efecto se observa comúnmente sumergiendo un suelo. La aplicación de abono verde por lo tanto ayuda a la obtención de un estado de pH constante. La aplicación de *Sesbania* como abono verde enmendado en suelos sódicos, ácidos y no calcáreo ha ayudado rápidamente a lograr un pH cerca de la neutralidad. Los efectos similares del abonando verdes con gliricida han sido informados por Katyal (1977), citado por Meelu (1994), en la arcilla negra (pH 7.8), suelos loam laterizado (pH 6.4) y rojo loam arenoso (pH 7.5). Los suelos inundados ofrecen un ambiente único para el crecimiento y nutrición del arroz, pues la zona que rodea al sistema radicular, se caracteriza por la falta de oxígeno. Por lo tanto para evitar la asfixia radicular, la planta de arroz posee unos tejidos especiales, espacios de aire bien desarrollados en la lámina de la hoja, en la vaina, en el tallo y en las raíces, que forman un sistema muy eficiente para el paso de aire.

El aire se introduce en la planta a través de los estomas y de las vainas de la hoja, desplazándose hacia la base de la planta. El oxígeno es suministrado a los tejidos junto con el paso del aire, moviéndose hacia el interior de las raíces, donde es utilizado en la respiración. Finalmente, el aire sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una interfase de oxidación-reducción (FAO, 2004).

El laboreo de los suelos arroceros de tierras húmedas o de tierras en seco depende de la técnica de establecimiento del cultivo, de la humedad y de los recursos mecanizados. En los países de Asia el laboreo de tierras húmedas es un procedimiento habitual. El método tradicional de labranza de tierras bajas es el arado y la cementación, siendo este último muy importante, pues permite el fácil transplante (FAO, 2004).

### **II-11- Mejora genética.**

Se estima que cada año, el arroz cultivado reduce en un 50 % su rendimiento máximo teórico debido a problemas fitosanitarios entre los que hay que destacar plagas, enfermedades, malas hierbas y factores abióticos (Toeniessen, 1991; Toeniessen y Khush, 1991; Krattiger, 1997).

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

El rendimiento mundial del arroz para 1996 fue de 2.52 (t.ha<sup>-1</sup>) y se proyecta que para el año 2010 el rendimiento será de 2.87 (t.ha<sup>-1</sup>), un incremento anual de 0.93%. Incremento poco optimista si consideramos que el incremento en los últimos 6 años fue de 0.68%, la base para ese rendimiento “optimista” proyectado responde básicamente al desarrollo e incremento en el uso de variedades mejoradas (Molina-Ochoa, 2004).

En las últimas décadas se ha incrementado sustancialmente la producción de arroz en América latina, la causa, en gran parte, ha sido el arroz de riego genéticamente mejorado, cuyo rendimiento, en promedio paso de 3.5 (t.ha<sup>-1</sup>) en 1970 hasta 5 (t.ha<sup>-1</sup>) en 1995, es el efecto de la denominada revolución verde que implicó la introducción de variedades masivas cuyo tipo de planta, que era nuevo, se caracterizaba por tener un tallo más corto y responder mejor a los insumos como fertilizantes (Pérez *et al*, 2000).

Hernández *et al* (1991), expresaron que el objetivo de los arroceros cubanos es el autoabastecimiento de este cereal, por tanto se trabaja en la introducción de tecnologías avanzadas para la explotación de más de 150000 ha. Liberar variedades que reúnan las características idóneas para esas condiciones, constituye el reto del Programa Nacional de Mejoramiento de Arroz.

El arroz es un cultivo de una alta diversidad. Muchas veces encontramos variedades con diferentes características e igual nombre y en otras ocasiones la misma variedad cultivada en diferentes ecosistemas tiene diferentes nombres. Por lo tanto es muy importante conocer la mayor cantidad de características morfológicas que puedan distinguir una variedad. Existen caracteres que distinguen una variedad como la pigmentación de diferentes partes de la planta, pubescencia de las glumas y hojas (IRRI, 1995).

La estructura varietal de la producción de arroz en el sector especializado no ha rebasado las cinco variedades en los últimos 30 años, siendo lo más común el empleo de tres variedades por año. Se proponen variedades tradicionales teniendo en cuenta que actualmente se trabaja en la caracterización y purificación de la semilla de las más empleadas (García *et al*, 2002).

La determinación genética del rendimiento está dada por la composición de los componentes de este y los demás caracteres que de forma indirecta influyen en el. En el caso del ahijamiento, que es uno de los componentes fundamentales del rendimiento, se plantea que debe ser alto y compacto, pero otros mejoradotes para las condiciones de siembra directa, buscan variedades con ahijamiento de medio a bajo.

Existe correlación negativa entre el ahijamiento y el tamaño de la panícula, por lo que resulta muy difícil obtener variedades con alto número de hijos y panículas grandes. El peso de 1000 granos es otro de los componentes del rendimiento y oscila de 10 a 50 g por cada 1000 granos. Los mejores rendimientos se han obtenido con variedades de grano largo, de 6.10 a 7.50 mm y extralargos de más de 7.5 mm de longitud. El peso de los granos de estas variedades varía de 20 a 23 g por 1000 granos (Socorro- Martín, 1989).

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

## **II-12- Elementos nutritivos.**

En los momentos actuales el monocultivo continuado con este tipo de planta (variedad IR-8), cuyo atributo fundamental está dado por un alto potencial de rendimiento sobre la base del empleo de dosis de nitrógeno muy por encima de las variedades tradicionales y también exigente a otros elementos esenciales (fósforo, cinc y potasio) ha originado la degradación de una gran parte de los suelos arroceros.

A partir de monitoreos efectuados en áreas del CAI “Sur del Jíbaro” en Sancti Spíritus se ha observado un descenso en el contenido de materia orgánica desde 4.13% a finales de los años 60 hasta 2.8% a mediados de los 90 y un decrecimiento en el grosor de la capa arable, desde 28-32 cm hasta valores de 10-12 cm durante el mismo lapso. Es por ello que estamos obligados a realizar prácticas aerotécnicas con aplicaciones de materia orgánica complementada con fertilizantes concentrados con el propósito de mejorar los suelos y lograr producciones sustentables.

El cultivo del arroz irrigado especializado en Cuba se basa en la aplicación de fuertes dosis de fertilizantes químicos: Urea, superfosfato triple y cloruro de potasio. Sin embargo su agresividad ecológica, unida a su creciente costo y las dificultades económicas del país han motivado la búsqueda de diferentes alternativas de nutrientes (Muñiz, 2002).

La producción de arroz debe crecer paulatinamente con miras a ir avanzando en la sustitución de las importaciones, a partir de la recuperación paulatina de las tecnologías y las obras de infraestructura, una adecuada composición de variedades, un incremento de la eficiencia en el empleo oportuno de los recursos, incluida el agua y la disciplina agrotécnica ( Fidel Castro, 1997).

La obtención de rendimientos altos en el cultivo del arroz resulta de importancia vital el suministro adecuado de nutrientes en tiempo para obtener cosechas por encima de 5 (t.ha<sup>-1</sup>) de arroz cáscara, resultando imprescindible estabilizar la fertilidad del suelo mediante la aplicación de materia orgánica (Shighan, 1976).

Una practica muy conocida y aplicada al mundo entero es el uso de estiércol de diversos animales para restituir nutrientes al suelo. Las dosis utilizadas fluctúan entre 40-80 (t.ha<sup>-1</sup>). Tiene la ventaja de que además de restituir los elementos mayores aporta otros que han sido exportados del campo con las cosechas, además enriquece el suelo con materia orgánica tan necesaria para mantener su fertilidad. (Ortega, 1975).

Perdomo *et al* (1997), refiriéndose a los macro elementos en la nutrición de la planta de arroz, plantearon que: El nitrógeno es adsorbido rápidamente durante las primeras etapas de desarrollo hasta el final del periodo vegetativo, decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y diferenciación y vuelve a ser adsorbido con rapidez hasta la etapa de grano pastoso.

La absorción metabólica del nitrógeno para estar ligada en forma directa a la respiración, particularmente al comienzo del crecimiento, evoluciona considerablemente en función de las variedades, según las fases de la vegetación, de la fertilidad del medio de cultivo y de los métodos culturales; la absorción del nitrógeno al inicio de la vegetación, tras el transplante es mucho más elaborado en las variedades indica; por otra parte el porcentaje el nitrógeno (en relación con la unidad de materia seca) aumenta tras el transplante hasta la recolección con un máximo situado unos quince días después de la siembra (2.3%) y otro a los 20 días del transplante (3%).El transplante corresponde en orizicultura al sistema de producción más perfeccionado, el único susceptible de permitir rendimientos más elevados (Angladette, 1969).

La mayor o menor cantidad de granos es el resultado de la relación entre la fotosíntesis y la respiración, estas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes; por ejemplo el nitrógeno es un componente de las proteínas las que a su vez es constituyente de protoplastos, cloroplastos y enzimas. El fósforo, como fosfato inorgánico, es un compuesto rico en energía y como coenzima está directamente involucrado en la fotosíntesis. El potasio al actuar en la apertura y cierre de los estomas, tiene que ver con el control de la difusión del CO<sub>2</sub> en los tejidos verdes que es el primer paso de la fotosíntesis, el potasio también es esencial en la actividad de las enzimas (Perdomo *et al*, 1997).

El desbalance nutricional de la planta puede ocurrir cuando se usan fertilizantes minerales en dosis elevadas. Este desbalance ocurre a causa de la toma excesiva de nutrientes tales como los nitratos que pueden ser almacenados en las células de las plantas o por la presencia de altas cantidades de iones en la solución del suelo que bloquea la liberación y toma de otros nutrientes. Los fertilizantes nitrogenados, especialmente los amoniacales estimulan el crecimiento de las poblaciones de insectos, ácaros y de los patógenos que causan enfermedades (Van Emden, 1966; Metcalf, 1970; López, 1982; Lorenzo y Salles, 1988; Eigenbrode y Pimentel, 1988; Patriquin, 1988; Martín, 1989).

### **II-13- Siembras.**

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

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

De Datta (1981) expresó que los campesinos escogen la siembra en líneas y usan métodos de deshierbe, bien sean manuales o mecánicos para facilitar o realizar esta labor de un modo más fácil, para obtener este tipo de uniformidad la tecnología del transplante resulta muy eficaz.

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

La tecnología más utilizada en las sabanas de Campeche en México para producir arroz de riego es la siembra a voleo, con un tractor-voleadora; con una densidad de 120 a 150 (kg.ha<sup>-1</sup>), (Carballo y Ku, 1991).

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

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

- Siembra directa: cuando la semilla botánica se sitúa directamente en su lugar definitivo de cultivo.
- Siembra indirecta: cuando la semilla botánica se siembra en un semillero para transplantarla posteriormente como postura a su área definitiva.

La experiencia obtenida a través de los años, así como los resultados de múltiples experimentos llevados a cabo en muchos países del mundo en las áreas de producción, confirma que es posible la obtención de rendimientos más altos mediante el empleo de transplante, en comparación con la siembra directa ( Grist, 1965).

## **II-13-1- En el caso de la tecnología de transplante se procede:**

### **II-13-1.1- Preparación de suelo para los semilleros**

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

### **II-13-1.2- Selección de la semilla.**

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

### **II-13-1.3- Pregerminación de la semilla.**

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

### **II-13-1.4- Preparación del suelo para el transplante.**

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

### **II-13-1.5- Transplante.**

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



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

#### **II-13-1.6- Cosecha.**

Observan la floración diariamente y a partir de la fecha en que se alcanza el 50% de floración se cuentan de 30 a 35 días para realizar la cosecha.

#### **II-13-1.7- Control de plagas y enfermedades.**

Después de realizada una buena preparación del suelo y haber seleccionado variedad resistente, se controlan las malezas en los diques y áreas aledañas y se aplican controles biológicos (*Bacillus Thuringiensis* Cepa-13, *Metarrhizum anissopliae* y *Trichodermas*, aplicación de materia orgánica y manejo del nivel de agua para el control del picudo acuático). También se usa el extracto de escardón lasqueado con cal a razón de 5 libras de escardón recién cortado con 16 litros de agua y una libra de cal, se deja reposar durante 24-48 horas removiendo la solución varias veces, se cuela y se asperja sobre el cultivo para el control de la chinche.

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

Garantizando 400 m<sup>2</sup> de semillero, que es aproximadamente un cordel<sup>2</sup>, se requieren 52 libras (29.9kg) de semilla. Con las posturas que se produce este semillero se puede plantar una hectárea (equivalente a 24 cordeles). El momento óptimo de transplante de arroz es entre 15 y 25 días después de germinado, en dependencia de la época de siembra (García *et al.*, 2002).

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

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

El transplante con plantas pequeñas es una práctica deseable, pero hay que prestar mucha atención, pues las especies como el arrocillo y metebroso son muy parecidos al arroz y pueden pasar inadvertidas a los ojos de personas poco familiarizadas (García *et al.*, 2002). Por otra parte Sanzo *et al*, (2003) expresaron que la tierra se preparará con la debida atención en el área a transplantar por medio de fangueo, garantizando la calidad necesaria para el correcto acondicionamiento de las plantas. Existen varios modos para efectuar el transplante, como puede ser: plantaciones en hileras, al azar o en cuadros; y se ejecuta fundamentalmente de forma manual, aunque en algunos casos se realizan en hileras mediante máquinas. Para el transplante manual se toma la postura con los dedos pulgar e índice y protegiendo las raíces con los tres dedos restantes se introduce en el fango entre 1.5 y 3.0 cm de profundidad.

El marco de plantación es un factor de suma importancia, ya que utilizar una distancia apropiada puede contribuir al incremento del rendimiento entre un 25 y un 50%, pues se propicia un correcto aprovechamiento de la luz solar y una disminución del sombreo mutuo. Debe analizarse en cada lugar específico la distancia de siembra más adecuada, aunque puede resultar ventajoso utilizar los marcos de plantación siguientes:

en la campaña de frío 10 x 10 centímetros y en primavera 20 x 20 centímetros (Sanzo *et al*, 2003).

Respecto al transplante mecánico, solo el operador y un auxiliar abastecedor de plantas requieren de 10 a 12 (h.ha<sup>-1</sup>); la trilla mecánica de 9.0 (t.ha<sup>-1</sup>) se determinó en un tiempo promedio de 13.5 (h.ha<sup>-1</sup>). El transplante manual, en cambio, es una labor pagada por tarea, y su mano de obra, en 1990, ascendió a 25 jornadas de 8 horas hombre/ ha; la cosecha consumió otras 46 jornadas hombres/ha. La eficiencia de las máquinas se estimó en 56.3% para la transplantadora y 60.4% para la cosechadora; estas cifras representan un ahorro de 33% respecto a los costos del sistema mecanizado (Cordero y Kondo, 1991).

El transplante tiene algunas ventajas sobre la siembra directa (Sanzo *et al*, 2003). Tales como:

- Mayor aprovechamiento del área.
- Ahorro de semilla.
- Ahorro de agua.
- Ahorro de fertilizantes.
- Ahorro de plaguicidas.
- Tiende a evitar el acamado.
- Permite cultivar arroz en áreas infestadas de arroz rojo.
- Facilita el control de las malezas.
- Facilita la siembra en áreas con tenores bajos de salinidad.

También presenta algunas desventajas como son:

- Mayor necesidad de fuerza de trabajo al momento de la plantación.
- Un ligero incremento en el ciclo del cultivo.

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

1. Siembra directa en hileras con sembradora manual, usando semilla pregerminada. Esta siembra logra diferentes dosificaciones entre 125 a 150 ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) de semillas, cuya distribución es uniforme y facilita las labores de atención cultural, pero requiere una nivelación muy buena de la superficie y que el tamaño de los brotes y raíces no exceda de 2 mm.

2. Voleo de posturas.

El semillero se prepara en bandejas plásticas (cepellón) con diferentes tipos de sustratos de suelo con materia orgánica o simplemente fango; cada bandeja tiene una dimensión de 60 x 35 cm y 561 orificios cónicos. Para sembrar un cordel<sup>2</sup> se necesitan de 2.5 – 3.0 kg de semilla seca y de 32 – 35 bandejas. A los 14 -15 días de germinada se volearán las posturas a una altura de 3-4 metros en un suelo bien preparado en fanguillo y drenado, el peso de la tierra en las raíces ayudará a que las posturas caigan en posición vertical.

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

Se coloca un sustrato de tierra con materia orgánica o simplemente fango con un espesor de 2-3 cm sobre hojas de plátano o un nylon; se emplearán de 1.0 a 1.5 ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \text{ }^{-1}$ ) de semillas pregerminadas. Cuando las posturas posean 2.5-3.0 hojas (13 a 14 días de la germinación) se despegaran del nylon junto al sustrato de 2-3 posturas por plantón, colocándose suavemente en fanguillo bien drenado.

Para las condiciones de Cuba Sanzo *et al* (2002), recomiendan en el transplante para la época de frío una distancia de plantación de 10 x 10 cm y para la primavera 20 x 20 cm. Con las cuales se han obtenido rendimientos altos, no solamente en condiciones experimentales sino también en áreas de campesinos cultivadores de arroz en la región central de Cuba.

Al emplearse la tecnología por transplante deberá tomar un cuidado especial para que la postura no se pace de tiempo en el semillero, esto origina perdidas en el rendimiento. (Lam, 2003).

Se recomienda para el momento de ejecutar el transplante mantener una lamina de agua lo más pequeña posible y eliminar el agua totalmente durante 3 ó 4 días posterior, a esto con el objetivo de mejorar el anclaje de las plantas, mediante un desarrollo del sistema radical (IIA, 2002).

El movimiento de popularización del arroz se potencio a mediados de la pasada década, ante el déficit de alimentos en el mercado, por la falta de recursos para las empresas especializadas. Más de 176 mil personas practican en Cuba esta agricultura, quienes consiguieron 245 mil toneladas en el 2003. Aunque el peso en el incremento de la producción se basara en elevar los rendimientos agrícolas. Una de las vías principales será la siembra por transplante (Tejeda, 2004).

Angladette (1969), planteó que el transplante es un método muy elaborado que se compone de dos fases esenciales:

- Crecimiento de las plántulas en almáciga.
- Transplante de las plántulas a los Arrozales.

Para ello es necesario tener en consideración los factores siguientes: los cuidados a dar a la siembra y la explotación del área, la edad de la plántula en el momento del transplante, la época del mismo, la distancia entre las plantas transplantadas, el número de plantas por mota y el tratamiento del suelo en el arrozal.

Angladette (1969) expresó que la transpiración varia a lo largo de la vegetación, aumentando muy rápidamente a partir del transplante durante el período del ahijamiento para alcanzar su máximo valor después del ahijamiento (antes del espigamiento); disminuye del espigamiento a la floración, para crecer durante los 20 últimos días de la maduración, de tal forma que las necesidades globales de agua varían en función de las variedades y de la duración de su evolución.

FEDEARROZ (1999), planteó que el objetivo del transplante es:

- Control de malezas: El arroz 20 – 25 días de diferencia en desarrollo con relación a la maleza, donde hay arroz rojo es alternativa para combatirlo.
- Ahorro de Semilla: La siembra directa utiliza desde 120 hasta 150 kg de semilla por hectárea y el transplante de 20 a 50 kg de semilla certificada por hectárea.
- Producción de Semilla: El transplante permite obtener campos libres de contaminación por otras variedades o malezas.

- Ahorro de otros insumos: En uso de agua se pueden manejar mínimas cantidades de agua en forma permanente con mojes periódicos cuando el cultivo lo requiere y se facilita la dosificación tanto de abonos como plaguicidas, ya que las áreas están bien definidas.
- El doble transplante: Permite obtener material de propagación para siembras de otras áreas, sin la necesidad de hacer semilleros, consiste en deshijar entre 25 y 30 días aquellas plantas con alto macollamiento, para plantar los hijos individuales en otro sitio.

**Los semilleros de acuerdo al área y de cuando deben estar listos para transplante** (FEDEARROZ, 1999).

Uno de los grandes éxitos del transplante está en la selección del sitio para el semillero y su manejo. El objetivo quizás de mayor importancia es el control de malezas (comunes y Arroz Rojo) el sitio debe ser un área nueva (descansada o libre de Arroz Rojo).

**Área de semillero:** Se requiere 300 m<sup>2</sup> de semillero para trasplantar una hectárea, de 100 – 150 gramos de semilla por m<sup>2</sup> de semillero de 30 – 45 (t.ha<sup>-1</sup>), la semilla debe sembrarse preferiblemente pregerminada para facilitar en manejo del agua y el mantenimiento del semillero, se pueden hacer rectángulos de un metro de ancho por el largo del área separados por calles de 30 cm, esto evita el pisoteo de plántulas y al momento del arranque no se desperdicia el material. Entre 25 -30 días debe estar listo el transplante. Se debe evitar que se selle el semillero, pues al perder agua las raíces tienden a profundizarse y al momento del arranque se dificulta y gran número de plantas pierden su raíz, cinco días antes y hasta el momento del arranque el semillero debe permanecer con agua para que se facilite esta labor.

Para el control de malezas debe evitarse el uso de herbicidas que cause fitotoxicidad a las plántulas y atrasen su desarrollo. No sobre fertilice el semillero, pues se producen plántulas de tallos débiles y frágiles a la manipulación. Después del arranque no deberán dejarse plántulas expuestas al sol; si quedan plántulas arrancadas, estas deben dejarse con las raíces sumergidas dentro del agua.

La labor de trasplante (distancia, plantas por nido y manejo) según FEDEARRZ, 1999:

El área para el trasplante debe prepararse dos días antes y preferiblemente en seco, finalizando con el último pase de agua, para formar un lodo suave que permite introducir, en el momento del trasplante se debe drenar para evitar que los trasplantados dejen las plántulas muy superficiales y caigan cuando se drenen. El trasplante no supone necesariamente aumento en los rendimientos, pues la siembra directa puede rendir más que el trasplante. Muchos productores cuando realizan un buen trasplante, han logrado mejores rendimientos que en siembra directa, la distancia de trasplante: Está en dependencia de la variedad, la más utilizada es de 20 x 20 cm, plantas por nido, mientras mayor número de plantas por sitio, mayor será la competencia entre estas y menor su macollamiento y utilización de mayor cantidad de plántulas por área, un número apropiado es de 2 ó 3 por nido; si el arranque se efectúa sin estropear el sistema radical las pérdidas son mínimas.

En 1999 Varias ONG, apoyada por la Universidad de Cornell desarrollaron una nueva filosofía productiva arroceras, garantizándole a las plantas condiciones aerotécnicas óptimas para que sus raíces puedan obtener los nutrientes necesarios y cada semilla de arroz germinada pueda alcanzar su potencial genético productivo, en lugar de utilizar posturas con 3 ó 4 semanas de edad, se transplantan entre 8 y 12 días de edad, cuando la planta acaba de desarrollar las primeras dos pequeñas hojas y la raíz, aún adherida a la semilla y realizar la siembra 15 ó 30 minutos después de extraerlas del semillero.

Las posturas no deben ser colocadas en la tierra en forma vertical, ya que la punta de la raíz entrará en forma de “J” y la planta gastará tiempo y energía en rectificar el ángulo; se deben colocar las posturas en tierra húmeda casi en forma de “L” esta técnica garantiza un mayor desarrollo del sistema radicular y el ahijamiento de por lo menos, entre 30 y 80 panículas por planta.

**“el arroz no es una planta acuática”**. A esta filosofía, la preparación de las raíces para que puedan absorber más nutrientes del suelo, se le llamó (SICA). Tanto en Madagascar, como en Indonesia, en China, en Sri Lanka, y recientemente en Cuba, se

han podido apreciar los aumentos de los rendimientos que han llegado alcanzar hasta 10 (t.ha<sup>-1</sup>). En el sistema SICA las posturas deben ser transplantadas dentro de los 15 a 30 minutos después de su extracción del semillero y colocadas de 1 – 2 cm de profundidad de forma sueve en el suelo fangoso, pero no inundado. Es importante impedir que la punta de la raíz de la postura se inserte en forma vertical cuando se introduzca en la tierra para que la raíz pueda reasumir su crecimiento descendente rápidamente. El objetivo es evitar el atraso de 7 – 14 días que normalmente ocurre con los métodos convencionales de transplante, en los cuales se sumergen las plantas en un medio inundado, que reduce el potencial de las mismas para el ahijamiento y el desarrollo de las raíces (Yuan, 2002).

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

El gobierno con el objetivo de dar respuesta a la necesidad de alimentos de la población, se ha proyectado en 15 subprogramas alimenticios dentro de los cuales se encuentra el de popularización del arroz, lo que trae consigo que un gran porcentaje de nuestra población se dedica al desarrollo de este cultivo en pequeñas parcelas, con vista a garantizar el autoconsumo familiar, lo que a pensar de utilizar en gran parte técnicas rudimentarias y casi totalmente empíricas, han obtenido resultados aceptables en la producción del cereal; aunque aún distan las potencialidad de las variedades existentes en explotación, estas siembras se han ejecutado tanto en seco en lámina de agua o fangueo, así como de forma directa y por transplante ( Cuba, 1999).

Según Angladette (1969), Jouzier dio la definición siguiente de la noción de un sistema de cultivo: “El hombre y la naturaleza se consideran como los dos agentes asociados de la producción, el sistema de cultivo es una combinación que regula la medida y el modo según los cuales deben intervenir cada uno de los dos agentes de la producción”. Esta definición muy amplia, es aplicable a la orizicultura y especialmente a la acuática donde la acción del hombre es preponderante tanto en lo que se refiere al método de irrigación.



En el Sistema Intensivo de Cultivo Arrocero (SICA), lo esencial es evitar que se inhiba el ahijamiento y el crecimiento de la raíz antes de la iniciación de la panícula. Contrariamente a la opinión común, un mayor ahijamiento contribuye a un rendimiento más alto (Yuan, 2002).

#### **II-14- Malezas.**

Entre los factores que causan pérdidas hay que destacar los problemas causados por la infestación de malezas no controlables por los herbicidas específicos, cuyo control se hace extremadamente difícil cuando son provocadas por especies taxonómicamente próximas al arroz, como es el caso del arroz rojo. Se considera que las malas hierbas infectan hasta el 80% de las áreas destinadas al cultivo de este cereal, siendo este factor responsable de las mayores pérdidas que limitan su producción (Herdt, 1991).

#### **II-15- Plagas y Enfermedades.**

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos más importantes del mundo. Se estima que cada año esta especie reduce en un 50% su rendimiento máximo teórico debido a plagas y enfermedades. (Anexo-3. Plagas Principales del Arroz en Cuba). Uno de los problemas más acuciantes que enfrenta la agricultura convencional en su actual crisis es el de las plagas. La modernización de la agricultura ha traído consigo la intensificación de estos problemas. En USA en 1945 las pérdidas en las cosechas debido a daños por insectos fueron del 7% y en 1989 cuando se utilizaron 10 veces más insecticidas las pérdidas alcanzaron un valor del 13% (Pimentel, 1991).

Las enfermedades fúngicas constituyen otro de los factores más relevantes que limitan la productividad de las plantas cultivadas de todo el mundo (Lamb *et al.*, 1992). En el caso del arroz se han reportado al menos 26 enfermedades producidas por hongos que afectan en mayor o menor grado a las hojas, tallos, granos y raíces (Chrispeels y Sadava, 1994). Entre estas enfermedades las más significativas están causadas por los hongos *Pyricularia oryzae* (Atkins, 1972; Groth y Hollier, 1986; Obeke, 1992) y la marchitez de las hojas causada por *Rhizoctonia ssp* (Ou, 1985). (Anexo No-4. Principales enfermedades que dañan al arroz en Cuba).

Las enfermedades causadas por bacterias son igualmente importantes en el cultivo del arroz y su control mediante tratamientos químicos resulta extremadamente costoso.

Entre estas enfermedades bacterianas hay que destacar la producida por la bacteria *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* causante de la pérdida de más de 250 millones de dólares cada año en la región asiática (Herdt, 1991).

Las condiciones para la proliferación de los patógenos hasta alcanzar niveles epidémicos, son especialmente favorecidas por la difusión de cultivos genética y culturalmente homogéneos, una tendencia común en varios sistemas modernos de cultivo (Zadoks y Schein, 1979). Son especialmente vulnerables los cultivos extensos en las cercanías de focos principales, quedando facilitada la invasión de lugares remotos por la presencia en zonas intermedias de hospederos susceptibles.

Las pérdidas ocasionadas por los virus en arroz llegan a ser de alrededor de 343 millones de dólares al año, solamente en el Sudeste de Asia. La causa principal de estas pérdidas está provocada por un complejo viral formado por el virus baciliforme del tungro (RTBV) y el virus esférico del tungro (RTSV) ambos de arroz, los cuales son transmitidos por el insecto *Nephotettix virescens* (Homóptera).

En el Sudeste asiático las áreas afectadas por plagas de insectos alcanzan el 57,3% del área cultivada con pérdidas totales del 18 % de la producción. Los mayores daños son causados por *Nilaparvata lugens* (Hemíptera) y *Scirpophaga incertulas* (Lepidóptera). (Toenniessen y Kush, 1991).

En Latinoamérica y Estados Unidos las plagas más dañinas son los picudos del género *Lissorhoptrus* (Coleóptera), cuyas larvas se alimentan de las raíces produciendo pérdidas estimadas de más del 10% de la cosecha. En Cuba el picudito acuático (*Lissorhoptrus brevirostris*) y la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*, Lepidóptera) son las plagas que mayores daños causan (Meneses, 1988).

En los arrozales españoles se han identificado tres especies de lepidópteros barrenadores del tallo del arroz: *Chilo suppressalis*, *Sesamia nonagroides* y *Tryporiza incertulas*, de estos tres el *C. suppressalis* es la plaga más extendida y dominante, las pérdidas de cosecha derivadas de esta plaga han llegado a alcanzar valores del 10% y en ciertos parajes hasta el 50% (Batalla, 1999).

Las pérdidas ocasionadas a nivel mundial por el ataque de plagas se estima en unos 45.000 millones de dólares, lo cual equivale al 27% del volumen total de la cosecha (Krattiger, 1997). Las pérdidas de arroz en almacén debidas al ataque de plagas, así como los costos para su control y los riesgos de contaminación son en la mayoría de los casos desapercibidos por los productores, pero muy importantes para los comerciantes. Estos daños son de consideración y están causados por un numeroso grupo de insectos fundamentalmente de los ordenes Lepidóptera y Coleóptera, entre los que hay que destacar los lepidópteros *Sitotroga cerealella*, *Corcira cephalonica*, y los coleópteros *Tribolium molitor*, *Trogoderma granarium* y *Tribolium castaneum* (Jembere *et al.*, 1995).

El control de plagas agrícolas se ha realizado tradicionalmente mediante la utilización de plaguicidas orgánicos de síntesis, cuyas ventas alcanzan los 1.190 millones de dólares anualmente sólo para el caso del arroz (Krattiger, 1997). Estimaciones anteriores indicaban cifras superiores, de más de 3.000 millones de dólares cada año (Herdt, 1991; Pathak y Khan, 1994). Estos pesticidas son potencialmente tóxicos para el hombre y destructivos para el medio ambiente. Los problemas asociados al uso masivo de insecticidas ha hecho necesaria la búsqueda de nuevos métodos de control.

Las condiciones para la proliferación de los patógenos hasta alcanzar niveles epidémicos, son especialmente favorecidas por la difusión de cultivos genética y culturalmente homogéneos, una tendencia común en varios sistemas modernos de cultivo (Zadoks y Schein, 1979).

El control de plagas mediante la utilización de medios biológicos ha tenido su mayor representación en el uso de suspensiones de esporas y cristales proteicos de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). Aunque su uso comenzó en los años 30, su mayor auge se alcanzó a partir de los años 50 con el primer producto comercial patentado por SANDOZ con el nombre Thuricide, al que le siguieron otro grupo de formulaciones similares (Beegle y Yamamoto, 1992). A pesar de las ventajas ecológicas que ofrece la proteína *Bt*, hasta la fecha no ha logrado sustituir a los insecticidas químicos de síntesis, debido fundamentalmente a la baja estabilidad del producto, y a que carece de capacidad de penetración en los tejidos y por tanto falla frente algunos insectos que se ocultan en las vainas de las hojas y otros lugares de difícil acceso. Además, los cristales proteicos son rápidamente degradados por la luz ultravioleta perdiendo su actividad y son fácilmente lavados por el agua de lluvia (Ruud *et al.*, 1999).

Para finales del siglo XX los investigadores agricultores deberían haber aprendido una importante lección ecológica: las comunidades de vegetales que han sido modificadas para satisfacer las necesidades especiales de alimento y fibra para los seres humanos son susceptibles al daño ocasionado por las plagas. Generalmente, cuanto más una comunidad vegetal ha sido modificada más abundante y serias son las plagas (Altieri, 1994).

Los monocultivos extensos compuestos generalmente por plantas genéticamente similares o idénticas y que han sido seleccionadas por su mayor palatabilidad son altamente vulnerables a herbívoros adaptados (Prince, 1981). Es más, las practicas agrícolas comúnmente usadas en el manejo de monocultivos (pesticidas, fertilizantes químicos, etc) tienden a alterar los enemigos naturales de los herbívoros y frecuentemente exacerban así los problemas de plagas (Papavizas, 1981).

En el establecimiento del nuevo modelo agrícola en que cuba está empeñada, una de las tareas más urgentes es encontrar las vías para continuar reduciendo el uso de plaguicidas sintéticos siendo el control biológico una de las que más se ha desarrollado y de echo constituye actualmente la alternativa principal ( Pérez, 1995).

La “sustitución de insumos agroquímicos por otras alternativas de baja energía y de carácter biológico” es una de las fases del proceso de conversión de la agricultura convencional a la agricultura sostenible (Altieri, 1994).

Se conoce que el establecimiento de un cultivo por largos períodos de tiempo puede provocar un incremento en las poblaciones de plagas, para evitar esto se recomienda rotar con otros cultivos de diferente familia botánica. Mientras mayores sean las diferencias botánicas entre los cultivos en una secuencia de rotación, mejor control cultural de plagas puede esperarse (Altieri, 1997). En los sistemas de producción orgánicos las rotaciones constituyen la medida principal para el control de malezas, plagas y enfermedades. (Lampkin, 1990).

El proceso de simplificación de la biodiversidad alcanza una forma extrema en los monocultivos agrícolas (Altieri, 1995), el creciente aumento de los problemas de plagas ha sido relacionado experimentalmente con la expansión del monocultivo (Altieri y Letourneau, 1982); de ahí que una de las principales medidas a implementar en un programa de manejo agroecológico es hacer desaparecer el monocultivo como estructura básica del sistema agrícola.

La hipótesis de la concentración de los recursos se fundamenta en que las plagas especializadas de insectos serán menos abundantes en plantaciones donde se combinan plantas hospedantes y no hospedantes, el cambio producido en el ambiente por la asociación de cultivos enmascara los estímulos visuales y químicos propios del hospedante, lo que crea confusión e interfiere con la capacidad de búsqueda por lo que la colonización de los insectos plaga es menor. Ejemplos de sistemas de cultivos múltiples que regulan brotes de plagas se reseñan en Altieri et al (1978), Altieri y Letourneau, (1982) y Andow (1991).

La solución al problema de las plagas hay que buscarla no en medidas aisladas dirigidas contra estas sino en medidas que puedan ser manejadas integralmente dentro del sistema, en medidas que vayan a las causas. Los efectos antes señalados se pueden evitar manejando la nutrición en detrimento de los organismos plaga, la nutrición orgánica es una práctica agrícola que se utiliza desde tiempos inmemoriales y

es una de las más promisorias en el control de los patógenos de las plantas que habitan en el suelo. La adición de restos de plantas o enmendantes orgánicos a suelos infestados ayuda a mantener baja la población de los patógenos (Roy 1989).

Publicaciones de la antigua China, Grecia, Roma y Arabia documentaron la importancia y el uso de materiales orgánicos para el mejoramiento de la producción de los cultivos y para el manejo de las enfermedades de las plantas (Thurston, 1992).

La materia orgánica puede actuar por varias vías, mejorando la estructura del suelo, la nutrición de las plantas así como afectando los patógenos (Campbell, 1989).

Se ha demostrado que la mayor influencia de la materia orgánica sobre los patógenos radicales es a través de modificaciones de las actividades microbianas. El control de estos patógenos se produce por inacción o lisis de las esporas, esclerocios o hifas, directamente o seguido de un corto período de estimulación del crecimiento. La producción de antibióticos, la competencia por los nutrientes y el parasitismo son los mecanismos de acción a través de los cuales se ejerce el control (Whipps, 1992).

## **II-16- El ecosistema.**

El enfoque ecosistémico (por ecosistema) es una estrategia para la gestión integrada de tierra, extensiones de agua y recursos vivos, mediante la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo. (Convenio Diversidad Biológica, 1994, citado por Mercedes, 2001).

La diversidad es condicionada por características del ambiente, determinadas por la interrelación entre suelo y el clima. (Archimedes y Soares, 2003). La diversidad biológica es muy importante para el funcionamiento del ecosistema pues permiten un aprovechamiento óptimo de los diferentes recursos que tienen a su disposición tales como el suelo, el agua, el espacio o la luz. En los ecosistemas agrarios, por el contrario, se tiende a simplificar, manteniendo unas pocas especies objeto de cultivo (Merkasi, 2004).

Durante el proceso de transformación de la agricultura convencional hacia sistemas de producción orgánicos sostenibles se precisa pasar por una etapa de tránsito que se caracteriza por la sustitución de insumos. La sustitución de los plaguicidas sintéticos como base conceptual del manejo de plagas se produce en Cuba a mediados de la década del 80 como resultado de los avances en el control biológico (Pérez, 1995).

La "sustitución de insumos agroquímicos por otras alternativas de baja energía y de carácter biológico" es una de las fases del proceso de conversión de la agricultura convencional a la agricultura sostenible (Altieri, 1994). La rotación de cultivos es un sistema en el cual en un mismo terreno se instalan diferentes cultivos en sucesión recurrente y en una secuencia definida. En experimentos llevados a cabo en la Estación Experimental Agrícola de Rothamstead - Inglaterra, así como también en los campos de la Estación Experimental Agrícola Morrow en Illinois, -que han tomado más de cien años- han proporcionado datos importantes sobre la rotación de cultivos. Las evidencias indican que las rotaciones juegan un rol sobre la producción de las plantas al influir sobre la fertilidad del suelo, sus propiedades físicas, su comportamiento frente a los agentes responsables de la erosión y su microbiología; afectan también la supervivencia de los patógenos de las plantas, los nemátodos, insectos, gorgojos, malezas, lombrices y fito-oxinas (Summer, 1982).

Un estudio realizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, estimó que para el año 2000, hasta el 65% de la superficie dedicada a cereales (trigo-centeno, arroz y soya) estarán siendo producidos con métodos de labranza mínima (Phillips *et al*, 1980).

## **II-16- Sostenibilidad y Sustentabilidad**

La sustentabilidad requiere que los niveles micro regionales y prediales sean considerados como ecosistemas, sitios ecológicos caracterizados y con un potencial productivo conocido. En cada uno de ellos, la tecnología debe buscar no solo altos rendimientos por rubros productivos, sino diseñar sistemas optimizados que cuenten con mecanismos internos de regulación para lo cual la rentabilidad debe armonizarse con variables como la estabilidad ecológica y la sustentabilidad, que significa vivir de tal manera que se tengan los recursos suficientes para vivir bien, en un entorno vivo, diverso y próspero, por tiempo indefinido.

El logro de sistemas sustentables de producción agropecuaria requiere de estrategias de transformación tecnológica que permitan diseñar y manejar estos sistemas operando a un nivel razonable de productividad en plazos adecuados y costos competitivos (Lampe, 1994).

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

## **II-17. Caracterización del Diagnóstico.**

Fue realizado en la provincia de Sancti Spíritus la cual ocupa el 8<sup>vo</sup> lugar en el país por su extensión territorial que es de 6738.49 km<sup>2</sup>, de los cuales 6724.73 km<sup>2</sup> son de tierra firme y 13.76 km<sup>2</sup> de cayos. Del total del área 951.3 km<sup>2</sup> son montañas lo que representa el 14.11 % de la provincia.

Situada en la región central de Cuba, entre los 21° 32' i y 22° 27' i de latitud norte y los 78° 56' i y 80° 07' i de longitud oeste. Limita al norte con la Bahía de Buena Vista, al este con la provincia de Ciego de Ávila, por el sur con el mar Caribe y hacia el oeste con las provincias de Cienfuegos y Villa Clara.



Política y administrativamente el territorio se divide en ocho municipios: Yaguajay, Jatibonico, Taguasco, Cabaiguan, Fomento, Trinidad, Sancti Spíritus y La Sierpe, con 367 asentamientos poblacionales, de los cuales 37 clasifican como urbanos y 330 como rurales, dentro de estos 153 cuentan con mas de 200 habitantes y 177 menores, existen en la provincia 84 Consejos Populares y 691 circunscripciones: La población total es de 463054 habitantes.

Cuenta con un desarrollo hídrico superficial y subterráneo amplio con ríos de importancia tales como el Zaza, el Agabama y los de Jatibonico Norte y Sur. Presenta un 52 % de sus suelos con una alta capacidad agroproductiva de categoría I y II.

Los suelos predominantes en el territorio son los pardos tropicales con y sin carbonatos y vertisuelos de acuerdo con estudios realizados por el Laboratorio Provincial de Suelos del Ministerio de la Agricultura, se establece una clasificación sobre la agroproductividad de los suelos, cuya diferenciación fundamental radica en la probabilidad que tienen de alcanzar determinados rangos de rendimientos potenciales se obtiene el área bruta mapeada al nivel provincial en escala 1:100 000( Anexo No.2. Categorías agroproductivas de los suelos en el territorio de Sancti Spíritus, año 2003).

El estudio realizado de los suelos en la provincia por la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes concluyo con un área de 288825.2 ha dentro de las categorías agroproductivas para el cultivo del arroz, de ellas el 34% pertenecen a la categoría I y el 66% a la categoría II; destacándose en la importancia de profundizar en el estudio hectárea a hectárea con el fin de incrementar estas áreas que solo representa el 20% del área total que cuenta el territorio para cultivos temporales, (tabla No.2).

Tabla No.2: Cantidad de hectáreas por Categoría Agroproductiva para el cultivo del arroz en la Provincia de Sancti Spíritus, al cierre del año 2003.

Municipios	ha I	ha II	Área Estudiada Total (ha)
Yaguajay	27248.0	17232.3	44480.3
Jatibonico	18645.0	16333.0	34978.0
Taguasco	2865.0	23502.0	26367.0
Cabaiguan	31870.0	25270.0	57140.0
Fomento	659.8	6829.6	7489.4
Trinidad	2527.9	19853.7	22381.6
Spíritus	2670.8	57724.6	60395.4
La Sierpe	11630.0	23963.5	35593.5
Total	98116.5	190708.7	288825.2
% del total	34.0	66.0	
Esto representa el 20% del total de áreas para cultivos temporales			

Fuente: Dirección Provincial de Suelos, MINAG 2004

Los suelos más extendido en la zona de estudio son los Vértigos, profundo sobre Cocó, diferenciado por las características de las arcillas, estos suelos son de drenaje natural malo, debido tanto a su escaso declive, como a su impermeabilidad. En general todos son arcillosos altamente plástico e impermeables y cuando el relieve no es favorable para el escurrimiento, propician gran empantanamiento en el mismo por lo que el drenaje es deficiente.

Según la bibliografía consultada y los datos ofrecidos por el Grupo de Arroz Popular Provincial, son numerosos los factores que pueden influir sobre el comportamiento de las producciones de este cereal, entre los que se destacan las propias características de las variedades, condiciones edafoclimáticas donde se establezca hasta las propias tecnologías de siembra que se emplean. Todo lo anterior conlleva a la necesidad de evitar “recetas” y brindar alternativas factibles que garanticen la obtención de producciones económicamente adecuadas para cada condición en específico. Son precisamente estas premisas la que conllevaron a la realización de este trabajo y permitieron las oportunas recomendaciones.

### III-MATERIALES Y METODOS

**III-1- Diagnóstico:** El trabajo se inició con un diagnóstico de la provincia de Sancti Spíritus que abarco las principales características de sus suelos, clima y variedades utilizadas en la producción de Arroz Popular. La producción de arroz se investigó, conociendo que aparecerían datos de más de un tipo de cultivar o variedad, pues en la provincia por limitaciones, gustos y necesidades sus productores utilizan parte de sus semillas y “determinan” que variedad establecer acorde a sus estimados de mercado y gustos.

#### Información de suelo.

Según se muestra en el mapa (Anexo No-2: Características Agroproductivas de los suelos de la provincia de Sancti Spíritus, año 2003), se pudo caracterizar las características agroproductivas de los suelos del área en estudio, territorio (municipios), desarrollado por la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes (DPSF) de la provincia de Sancti Spíritus, Año 2003

#### El clima.

Para obtener la información climatológica se contrataron los servicios especializados del centro Meteorológico Provincial del CITMA, Sancti Spíritus, solicitando fundamentalmente las variables temperatura y luz en el año 2003.

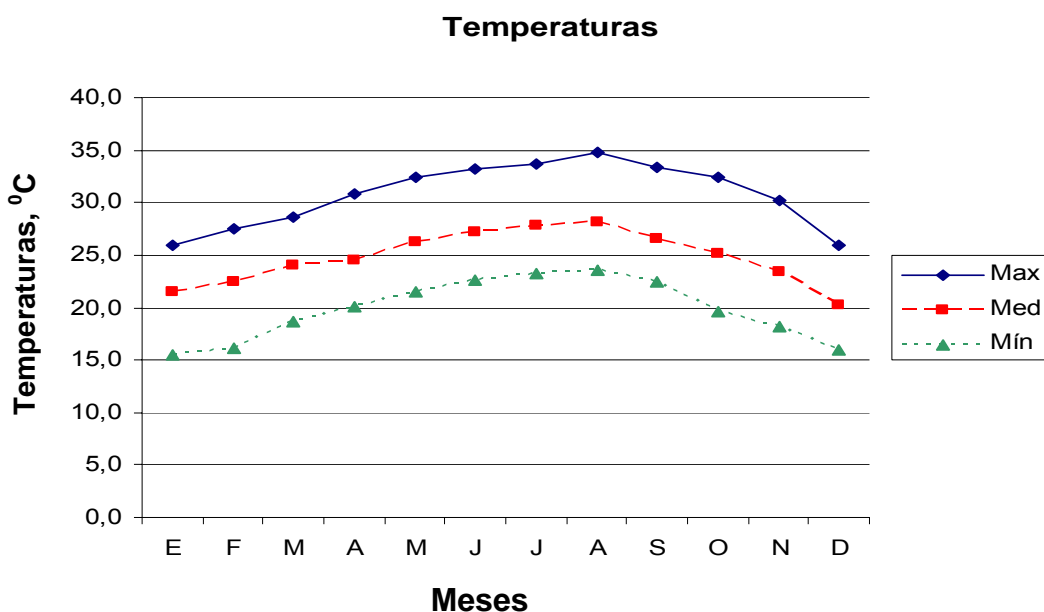


Figura No.3: Rango de temperaturas en la provincia de Sancti Spíritus (2003).

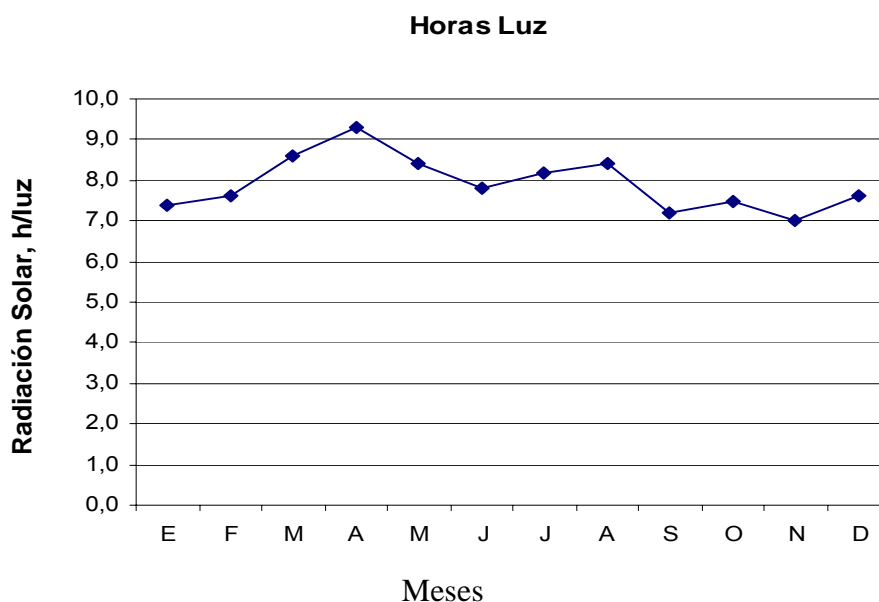


Figura No. 4: Número de horas luz en la provincia de Sancti Spíritus en el año 2003.

### III-2- La investigación.

A partir del diagnóstico realizado, la investigación se desarrolló durante el año 2004 en todo el territorio (municipios) de la provincia Sancti Spíritus, donde se seleccionaron, de manera representativa, cinco productores de arroz por municipios, basado en lo informado por Codina, citado por Martí, (2002) quién expresó que **la entrevista** es un método de la investigación científica para lograr información, atribuyéndole ventajas como amplia información, retroalimentación, posibilidad de identificar sentimientos, preferencia de algunos entrevistados antes de llenar papeles, entre otras.

### III-3- Producción de Arroz Popular.

Se compatibilizó las informaciones brindadas del MINAG con el Grupo Provincial de Popularización de arroz de la provincia de Sancti Spíritus desde el año 1996 hasta el cierre del año 2003. Posteriormente se realizó una entrevista a los productores de arroz popular con las características siguientes:

- Alta puntualidad y realización en el área de producción de arroz del entrevistado.
- Información clara de los objetivos de la entrevista al productor, infundándole confianza y brindándole seguridad y discreción de los datos aportados. Ofrecer conducción, para el análisis de las necesidades en cuanto a la producción de arroz.

La selección de los entrevistados fue al azar, considerando a cinco productores por cada municipio, teniendo en cuenta siempre que en un mismo tipo de suelo trabajara más de un productor, el que podía ser de cualquiera de las formas de tenencia de la tierra.

Se tomaron como base de las entrevistas los datos de la última campaña de arroz, es decir “primavera” 2004. Se elaboró una planilla de datos para facilitar la anotación por el entrevistador (Anexo No-3: Planilla de datos del productor) la cual recogió básicamente lo siguiente:

- Forma de tenencia de la tierra.
- Área de siembra (ha).
- Método de siembra (tecnología empleada).
- Producción obtenida: en (t.ha<sup>-1</sup>).
- Época de siembra.
- Preparación de suelo (tecnología).
- Variedades que cultiva.
- Densidad de siembra.
- Fuente de abasto del riego.
- Plagas y enfermedades: presencia y modo de combatirla.
- Fertilización: como la realizan los productores, y fórmulas utilizan.
- Observaciones de la campaña.
- Comentario general del productor.

Se muestrearon los elementos que inciden en la estructura del rendimiento: número de tallos por macollas, % de vaneo, panículas x m<sup>2</sup>, peso de 1000 granos y rendimiento. Para ello se tomaron tres parcelas de 5 m x 3 m, por productor y al azar, por municipios, seleccionando un área total de 1880 m<sup>2</sup>, lugar representativo donde se encuentran las características predominantes y más representativas de suelos, clima, topografía, población, producción de arroz y relaciones económicas y sociales.

Esta área se fragmentó para el estudio del rendimiento y sus componentes que influyen directamente sobre el mismo, en las zonas donde históricamente se ha sembrado el cultivo.

#### **III-4- Estudio de Campo.**

##### **-Comportamiento de cada tecnología empleada en cada territorio (municipio) de la provincia de Sancti Spíritus.**

La variedad utilizada fue Reforma, donde la **siembra directa** se realiza con una densidad de 70 kg.ha<sup>-1</sup> y **a voleo pregerminada la semilla** a razón 100 kg.ha<sup>-1</sup>. En cada evaluación se tomaron cuatro marcos de 1 m<sup>2</sup> al azar. Las labores agrotécnicas se realizaron según los Instructivos técnicos del arroz (MINAGRI, 1999).

Las tecnologías de siembra que se estudiaron fueron: El Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA), Transplante Tradicional, Siembra Directa en seco, Siembra Directa en Dique y Siembra Directa a voleo en Dique.

#### **III-5- Análisis estadístico de los resultados de la investigación.**

Para el procesamiento estadístico de los resultados se consideró dos variables fundamentales: **independientes** (la producción de arroz y la tecnología utilizada) y **dependiente** (las variables que influyen en el rendimiento agrícola).

Los análisis realizados compararon las medias de: Número de tallos por macolla, panículas por m<sup>2</sup>, % de vaneo, peso de 1000 granos (g) y rendimiento agrícola en (t.ha<sup>-1</sup>). El análisis estadístico de los datos se realizó por el programa SPSS versión 12. Los datos del por ciento fueron transformados con la función ARCOSENO  $\sqrt{\%}$  para su posterior análisis de varianza.

Se efectuó un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95% donde existieron diferencias significativas para  $p < 0.05$ , se realizó una comparación a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan (Lerch, 1977).

Para el análisis económico se tuvo en cuenta la metodología FAO, 1986.

Realizamos un balance general de cada una de las tecnologías de siembra en este cultivo en el territorio (municipios) de la provincia de Sancti Spíritus, para ello analizamos los siguientes componentes:

- Valor de la producción (\$·ha<sup>-1</sup>), para este indicador tomamos en consideración el valor de la producción de cada tecnología en estudio considerando el precio de venta al sector estatal (GAIPA) Sur del Jíbaro, sobre la base de \$ 100.0 por cada 56 kg de arroz cáscara vendido.
- Gastos generales (\$·ha<sup>-1</sup>), Se incluyen los gastos incurridos en las labores de preparación de suelo, riego, cultivo, fertilización entre otras.
- Gastos por transplante (\$·ha<sup>-1</sup>), se incluyen solo los gastos por este concepto en las tecnologías Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA) y Transplante Tradicional, siendo el pago a la mano de obra.
- Gastos por insumo (\$·ha<sup>-1</sup>), aquí se tuvo en cuenta los gastos generados por la compra de insumos como propanil, aminol, urea y semillas al (GAIPA) Sur del Jíbaro.
- Ganancia (\$·ha<sup>-1</sup>), es la utilidad esperada que se obtiene a partir de la relación ventas menos gastos.
- Relación (beneficio/costo), es la que se establece entre las ganancias obtenidas entre el total de los gastos.

## **IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**IV-1 Resultados del diagnostico:** Con la compilación, ordenamiento y procesamiento de la información obtenida en cada territorio (municipio) de la provincia de Sancti Spíritus en la campaña arrocera 2004, se pudo arribar a las siguientes conclusiones:

**La Producción de Arroz Popular en la actualidad enfrenta las siguientes dificultades.**

1. Escasez de materiales agrícolas, tales como productos y fertilizantes químicos, semillas registradas, etc.
2. Escasez de combustibles para la extracción de agua de pozos y ríos, así como dificultad con la electrificación.
3. Déficit de maquinaria para la cosecha.
4. Falta de sistemas de riego y drenaje y grandes pérdidas de agua en los canales defectuosos.
5. Poca utilización de la rotación de cultivos con el arroz.
6. Poca utilización de los residuos de cosecha para el mejoramiento de los suelos.
7. Insuficiente producción de abonos orgánicos por parte de los productores.
8. Los productores de las CCS desean ampliar sus tierras porque poseen bastante fuerza de trabajo y poca área. Hay que mejorar los sistemas de riego y crear condiciones para la cosecha y secado del arroz en época de lluvia.
9. Falta de intensificación en la aplicación de abonos verdes y bio-fertilizantes.
10. Completamiento de la regionalización de variedades, por tipos y para cada agroecosistema. (Anexo-4: Algunas de las variedades que pueden emplearse en la producción de Arroz Popular que han sido liberadas por el IIARROZ) y (Anexo-5: Variedades seleccionadas para cada ecosistema).



En la figura No.5, se muestra el **comportamiento de las siembras y producción de arroz especializado y arroz popular** en la provincia de Sancti Spíritus, al cierre del año 2003.

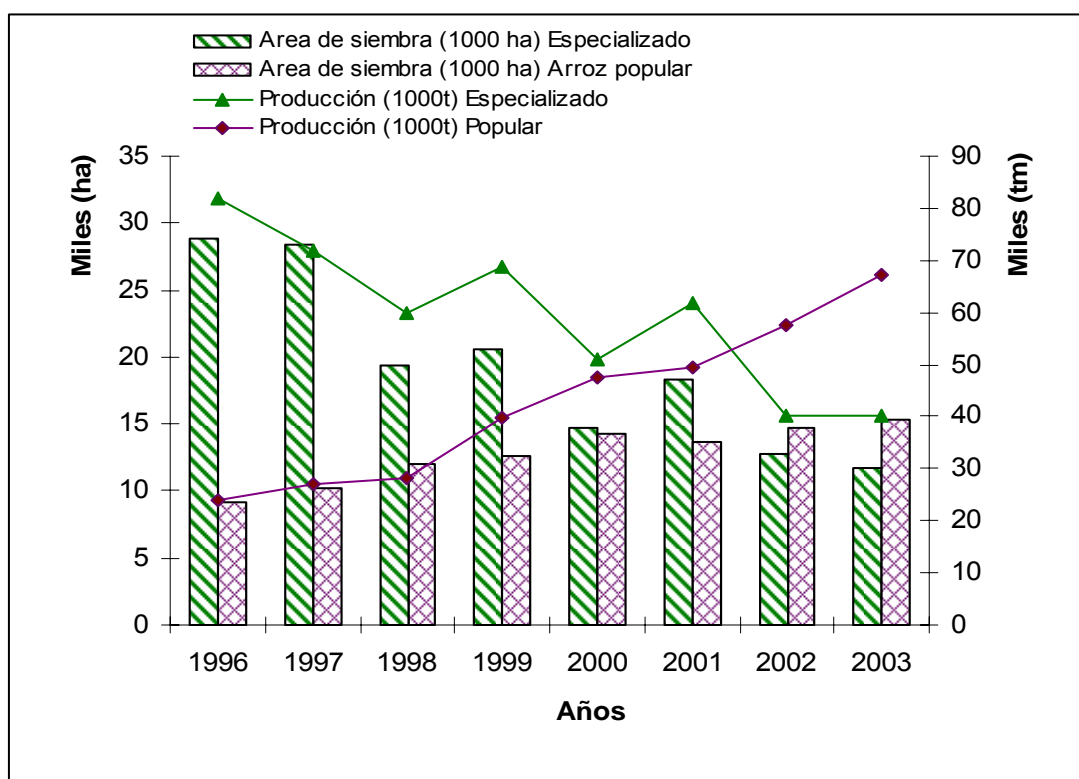


Figura No 5: Área de siembra y la producción de arroz en la provincia de Sancti Spíritus.

Como puede apreciarse en dicha figura, las tendencias presentadas por el arroz especializado y popular, reflejan que en el primero tienden a decrecer y en el último, es hacia el incremento, lo cual está motivado a factores económicos (escasez de recursos) y sociales (especialización de los productores, tendientes a incrementar la producción e introducir tecnologías menos costosas).

**Formas de producción:** En la tabla No.3, puede observarse que en la provincia, teniendo en cuenta ambas formas de producción (popular y especializado), el 100% de las áreas correspondientes a este último se encuentran bajo riego, contrario a lo que se presenta para el arroz popular donde sólo el 21% de áreas se favorecen con riego y se considera causa principal en las magnitudes de producción obtenidas.

Tabla No 3: Distribución de las áreas total, bajo riego y sembradas con riego en el año 2003 de arroz en la provincia de Sancti Spíritus.

Formas de producción	Área (ha)			
	Área Total (ha)	Área bajo riego (ha)	Área sembrada bajo riego 2003 (ha)	
			Época seca	Época Lluvia
Arroz Especializado	28 906.7	28 906.7	6 930.1	4 845.4
Arroz Popular	19 445.8	4 047.2	1 686.5	4 047.2

Fuente: Grupo de Arroz Popular Provincial, MINAG 2004

De acuerdo al diagnostico realizado se pudo constatar la diversidad de variedades de arroz que se emplean en los programas de producción popular en cada territorio (municipios), tal como se aprecia en la figura No. 6.

La información brindada en dicha figura refleja que en el territorio existe una gran variabilidad genética ya que se explotan un gran número de variedades en el cultivo de arroz popular, muchas de ellas con nombres vulgares o comunes a las localidades, lo que justifica la diversidad en los volúmenes de producción alcanzada, a lo que se une el deficiente comportamiento de cada cultivar por ecosistema utilizado (municipio).

Lo anterior confirma lo planteado por Sanint (2004), quien señaló que el genoma predispone, que el ambiente condiciona y que el manejo es lo que determina el grado de expresión de las potencialidades de una variedad en un ambiente determinado. Obviamente el manejo del cultivo tiene que conjugar mucho más que genoma o ambiente, por lo que hay que valorar la ingente cantidad de conocimientos que poseen los agricultores en el desempeño diario de sus prácticas de cultivo y que, a lo largo y ancho de la geografía y del tiempo, han ido acumulando en su cotidiano transcurso por esta actividad. Esta y no otra alternativa, debe prevalecer para revertir la situación adversa de los rendimientos del arroz en la provincia de Sancti Spíritus.

Figura No 6: Variedades que actualmente se explotan en áreas de producción de Arroz Popular en la Provincia de Sancti Spiritus.



Según la metodología utilizada en la investigación (**La encuesta**) se corroboró el acceso de los productores a las semillas provenientes del sistema estatal es aun escaso, por lo que la producción, selección y conservación de semillas es realizada por los propios campesinos en sus fincas y el intercambio ocurre fundamentalmente entre campesinos y con variedades de la propia comunidad.

En el cultivo del arroz, los campesinos siembran, fundamentalmente, variedades tradicionales que han mostrado, según sus criterios, ser más resistentes a plagas y enfermedades a través del tiempo y más productivas en condiciones de bajos insumos, evidenciando la necesidad de facilitarles a los campesinos un acceso regular a nuevas variedades. Todo lo anterior confirma la variabilidad obtenida en la investigación.

#### **IV-2- Ventas de arroz popular por formas de producción.**

Las ventas de arroz popular por formas de producción en los años 2002-2003 se muestran en la tabla No.4:

Tabla No.4: Ventas de Arroz Popular al Sector Estatal (t), provincia Sancti Spíritus en los años 2002-2003.

Año	Producción/ Ventas	Total	Formas de tenencia de la tierra					
			CPA	CCS	UBPC	Empresas Estatales	Parce leros	Présta mos
2002	Producción	27263.0	1526.0	12407.0	1976.0	4926.0	6316.0	112.0
	Ventas	10470.4	410.1	8167.3	162.9	31.5	1596.6	102.0
2003	Producción	33186.4	4328.5	13459.0	3472.9	4621.4	5910.2	1394.4
	Ventas	13312.4	1053.1	7124.8	1670.7	1649.9	461.9	1352.0

Fuente: Grupo de Arroz Popular Provincial, MINAG 2004

La información contenida en dicha tabla, nos permite apreciar el comportamiento desuniforme en las producciones y ventas de este importante producto alimenticio, destacándose que la producción de arroz se ha incrementado en la provincia en un 21% sobre el año anterior (2002) y el volumen de ventas ha alcanzado el 27%; sin embargo, el volumen de ventas y su relación no han sido estables atribuido a que existen fluctuaciones significativas en la producción por año, incluso dentro de las mismas formas de producción, motivado a los factores antes analizados. De igual forma se aprecia un incremento de las ventas dependiendo de su magnitud del incremento de producción ya que el balance es normalmente destinado al mercado después de suplir el volumen de consumo requerido por cada forma de producción. Es necesario destacar que solo las Empresas Estatales incrementaron su volumen de ventas y relación aún cuando ha decrecido desde el año anterior, atribuido a las funciones sociales que las mismas desempeñan.

### IV-3- Tecnología de siembra por transplante.

Se cultiva arroz en los ocho municipios y en 80 de los de 85 consejos populares con que cuenta la provincia de Sancti Spíritus.

La práctica de producir arroz en el **Sector No Especializado** para autoconsumo e incluso, para comercializar, data de antes de los años 70, pero en menor cuantía. Es durante el denominado “período especial” que se enfrenta de forma masiva, Se identifican en el año 1996 en la provincia 9232.96 ha de siembra y una producción de 11573 toneladas de arroz consumo, mientras que en el año 2003 se informan 15325.64 ha sembradas y una producción en arroz consumo de 33186.4 toneladas con la participación de más de 24 784 productores, vinculándose al movimiento de arroz popular (con los respectivos porcentajes de participación en la producción total obtenida) siendo estas CCS 41%, CPA 13%, UBPC 10%, Empresas 14%, Parceleros 18% y Prestamos 4%.

El comportamiento de las siembras de arroz popular al concluir el año 2003 en la provincia de Sancti Spíritus se presenta en la figura No.7.

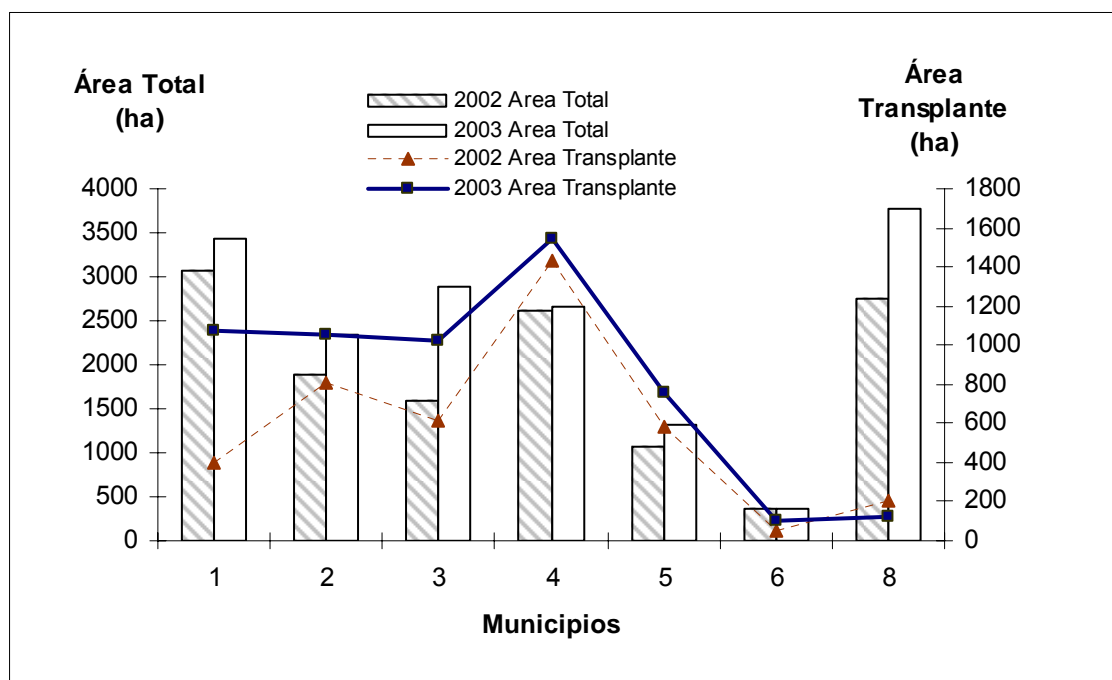


Figura No.7: Comportamiento de las siembras de arroz popular al concluir el año 2003 en la provincia de Sancti Spíritus.

Se aprecia que todos los municipios crecen en el año 2003 en el área total de siembra y de ellas, con la tecnología del transplante, excepto el municipio de Trinidad que alcanzo valores inferiores lo que estuvo motivado por la disminución de las áreas bajo riego.

Por su parte la comparación de la proporción que se sigue, como tendencia en cada municipio de la provincia de Sancti Spíritus, entre los volúmenes de áreas totales y las ocupadas con la tecnología de transplante, se reflejan en la tabla No.5.

Tabla No.5: Áreas totales y por transplante (ha), cosechadas durante el año 2003, en cada municipio de la provincia de Sancti Spíritus.

Municipios	Área total (ha)		%
	Total	Transplante	
Yaguajay	3368,8	1075,6	31,9
Taguasco	2051,9	997,1	48,6
Jatibonico	2298,8	866,3	37,7
Sancti Spíritus	2494,1	618,0	24,8
Cabaiguan	2431,7	1384,3	56,9
Fomento	1188,1	756,2	63,7
La sierpe	3140,3	127,5	4,1
Trinidad	348,9	87,2	25,0
<b>Totales</b>	<b>17322,7</b>	<b>5912,2</b>	<b>34,1</b>

Fuente: Grupo de Arroz Popular Provincial, MINAG 2004

Esta desproporción, conlleva, unido a insuficiente manejo de la tecnología de producción seguida y el desconocimiento de algunos productores, que debe realizarse un trabajo más sistemático de concientización para “abrazar” esta tecnología por los beneficios económicos que brinda a los productores populares de arroz.

La anterior idea y estímulo para su implementación puede ser apoyada en los resultados obtenidos cuando se comparan los rendimientos obtenidos en ambas formas de plantación, tal como se muestra en la tabla No.6

Tabla No.6: Rendimientos agrícolas ( $t\cdot ha^{-1}$ ) obtenidos por cada forma de establecimiento del arroz (directa y transplante) en los diferentes municipios de la provincia Sancti Spíritus, año2003.

Municipios	Rendimientos (T/ha)	
	Siembra directa	Transplante
Yaguajay	3,1	5,1
Taguasco	3,6	4,2
Jatibonico	3,5	4,6
Sancti Spíritus	3,2	4,3
Cabaiguan	2,8	4,4
Fomento	2,6	3,9
La sierpe	4,1	5,1
Trinidad	3,0	4,0
Promedio (provincia)	3,4	4,5

Fuente: Grupo de Arroz Popular Provincial, MINAG 2004

Al hacer un resumen parcial de la información brindada en las tablas 5 y 6, puede comprobarse que a pesar de que aún es insuficiente el área dedicada al transplante (34.1%) los rendimientos obtenidos en las mismas son superiores en  $1.1 (t\cdot ha^{-1})$ , lo que justifica su incremento en campañas futuras, con la alternativa factible de ser asequible al productor (por razones económicas - menor equipamiento técnico y; sociales- menos exigencia técnica).

#### **V-4- Estudio de Campo.**

##### **V-4.1 Resultados de las evaluaciones en cada territorio (municipio) de la provincia de Sancti Spíritus, según la tecnología de siembra empleada.**

Para la mejor comprensión de los resultados y en aras de resaltar las peculiaridades de cada municipio (territorio) es que los mismos se presentan de forma independiente, brindándose una información agrupada a nivel de provincia, en cada indicador evaluado y por tecnología de siembra utilizada, lo que permitirá la mejor y más correcta interpretación de la problemática arrocerá en la región objeto de estudio y, proponer la variante más factible, después de concluido.

En la figura No.8, se muestra el comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Yaguajay según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

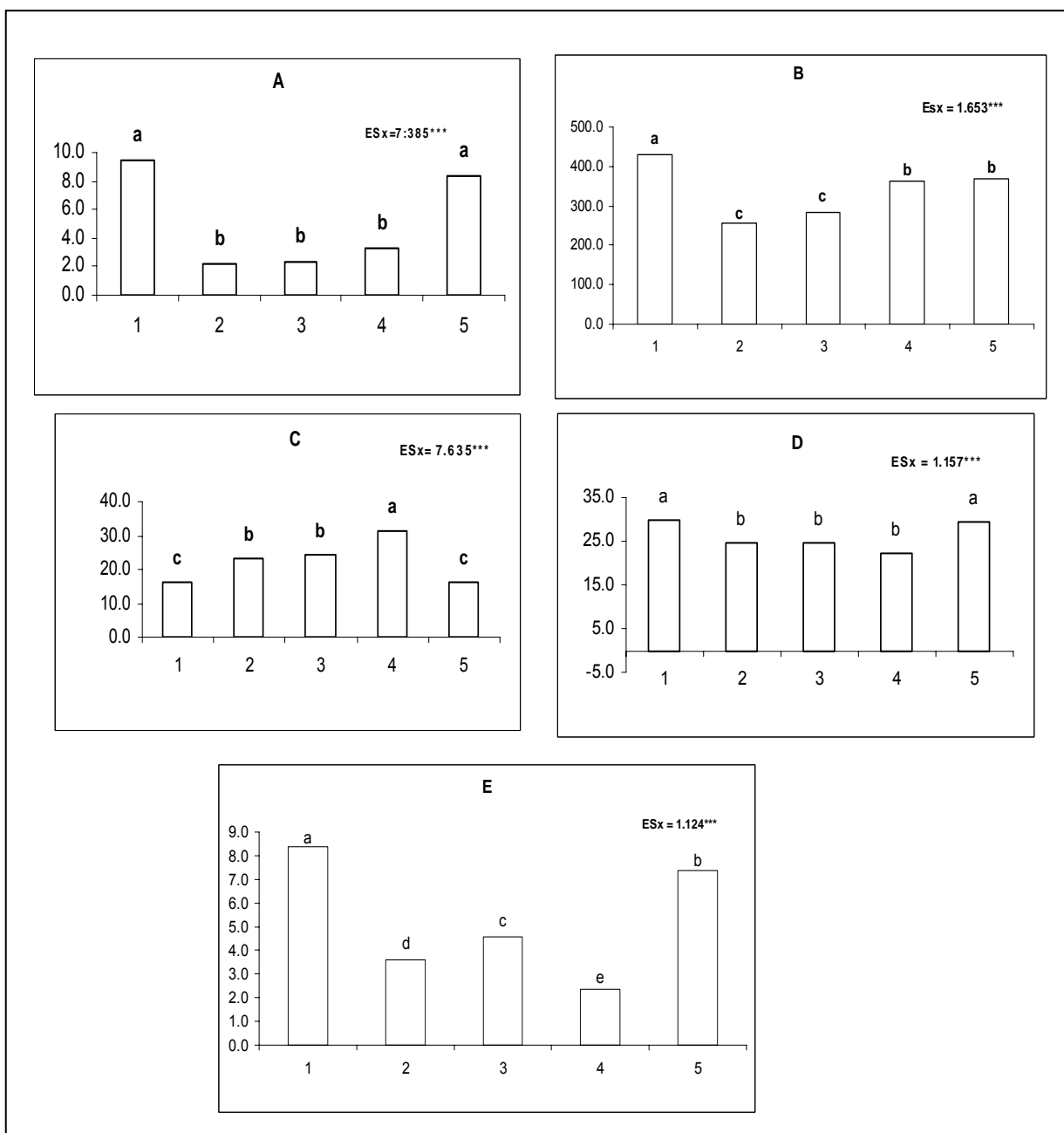


Figura No. 8: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Yaguajay según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneo; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.



Se observa para el indicador tallos por macollas (A), como las tecnologías SICA (1) y transplante tradicional (5) no muestran diferencias significativas entre ellas, obteniendo el mayor numero, presentando diferencias altamente significativas con el resto de las tecnologías.

Por su parte las panículas por m<sup>2</sup> (B), el sistema SICA (1), alcanza el mayor número lo cual supera estadísticamente a todos los demás. De igual forma se aprecia que la tecnología de transplante tradicional (5), no presenta diferencias significativas con la tecnología directa en seco (4), pero es superior a las tecnologías voleo en dique (3) y directa en dique (2), no existiendo diferencias significativas entre estas últimas.

En cuanto al indicador porcentaje de vaneo (C), se observa que el menor valor se alcanza con las tecnologías SICA (1) y transplante tradicional (5). No se muestran diferencias estadísticas entre ellas, las cuales difieren estadísticamente con las tecnologías directa en dique (2), voleo en dique (3) y directa en seco (4) con diferencias altamente significativas.

Se considera que el vaneo tiene un comportamiento normal cuando es inferior al 10 por ciento, y con variedades índicas semicompactas se acepta hasta el 15%, según (MINAG, 1999).

Para el indicador peso de 1000 granos (D), muestra cómo los mayores valores se obtienen con las tecnologías SICA (1) y transplante tradicional (5), las cuales difieren significativamente de todas las demás, lo que se evidencia en el buen vigor vegetativo alcanzado en las plantas de estas tecnologías, lo que confirma lo planteado por Pulver,(2002).

El rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>) (E), mayor fue obtenido con la tecnología SICA que alcanza valores superiores y difiere estadísticamente de todas las demás. De igual forma, el transplante tradicional es superior a las tecnologías directas en dique (2), voleo en dique (3) y directa en seco (4), las cuales también difieren significativamente entre ellas.

En el municipio de Jatibonico según se muestra en Figura No.9: el comportamiento de los indicadores evaluados según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

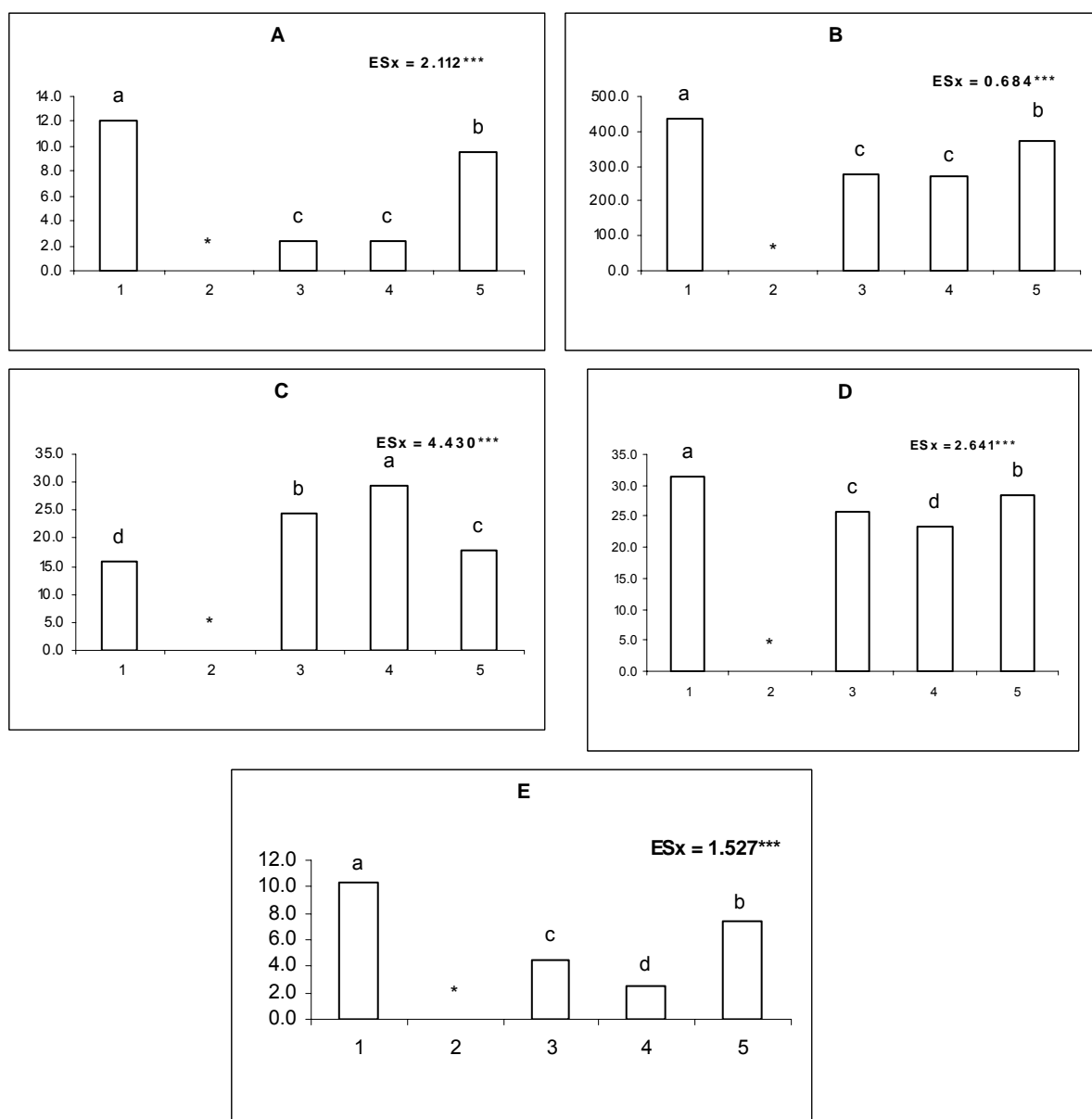


Figura No. 9: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Jatibonico según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneo; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

\* La tecnología que no aparece reflejada, se debe a la ausencia de la misma en el municipio.

Letras comunes no difieren a p< 0.05, según prueba de rangos múltiples de Duncan.

El indicador tallos por macollas (A), se obtiene que la tecnología SICA (1), presenta el mayor número los cuales superan estadísticamente a las demás; seguido de el transplante tradicional que presenta diferencias altamente significativas con el resto de las tecnologías voleo en dique (3) y Siembra directa en seco (4), las cuales no difieren entre sí.

Todo lo anterior se justifica por la relación existente en cuanto a las distancias de plantación utilizadas, en las siembras directas son menores que en las de transplante lo que coincide con lo expresado por Sanzo (2004), quien coincide en la importancia de buscar un espacio vital adecuado. De igual forma motivado quizás por esta razón es que el indicador panículas por  $m^2$  (B) el mayor número lo alcanza el sistema SICA (1), el cual supera estadísticamente a todos los demás. Por otra parte se aprecia que la tecnología de Transplante tradicional presenta diferencias significativas con la las tecnologías voleo en dique (4) y directa en seco (3), no existiendo diferencias significativas entre estas últimas.

Todo ello permitió unido a las características agroclimáticas que para el indicador porcentaje de vaneos (C), se observara que el menor porcentaje de vaneos lo alcanza la tecnología SICA (1), la cual difiere estadísticamente con las tecnologías transplante tradicional (5), voleo en dique (4) y directa seco (3); con diferencias altamente significativas. Similar comportamiento se logra para el indicador peso de 1000 granos (D), donde los mayores resultados se obtienen las tecnologías SICA (1) y transplante tradicional (5), las cuales difieren significativamente de las tecnologías voleo en dique (4) y directa en seco (3). El bajo porcentaje de vaneos influye directamente sobre el rendimiento agrícola, por lo que el mejor comportamiento lo presentan aquellas que poseen menor número de granos vanos.

Por lo que el rendimiento ( $t.ha^{-1}$ ), (E): Se observa que el mayor obtenido fue a través de la tecnología SICA (1), que alcanza los máximos valores y difiere estadísticamente de todas las demás. De igual forma el transplante tradicional es superior a las tecnologías voleo en dique (4) y directa en seco (3), las cuales también difieren significativamente entre ellas.

En la Figura No.10: Se muestra el Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Taguasco según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

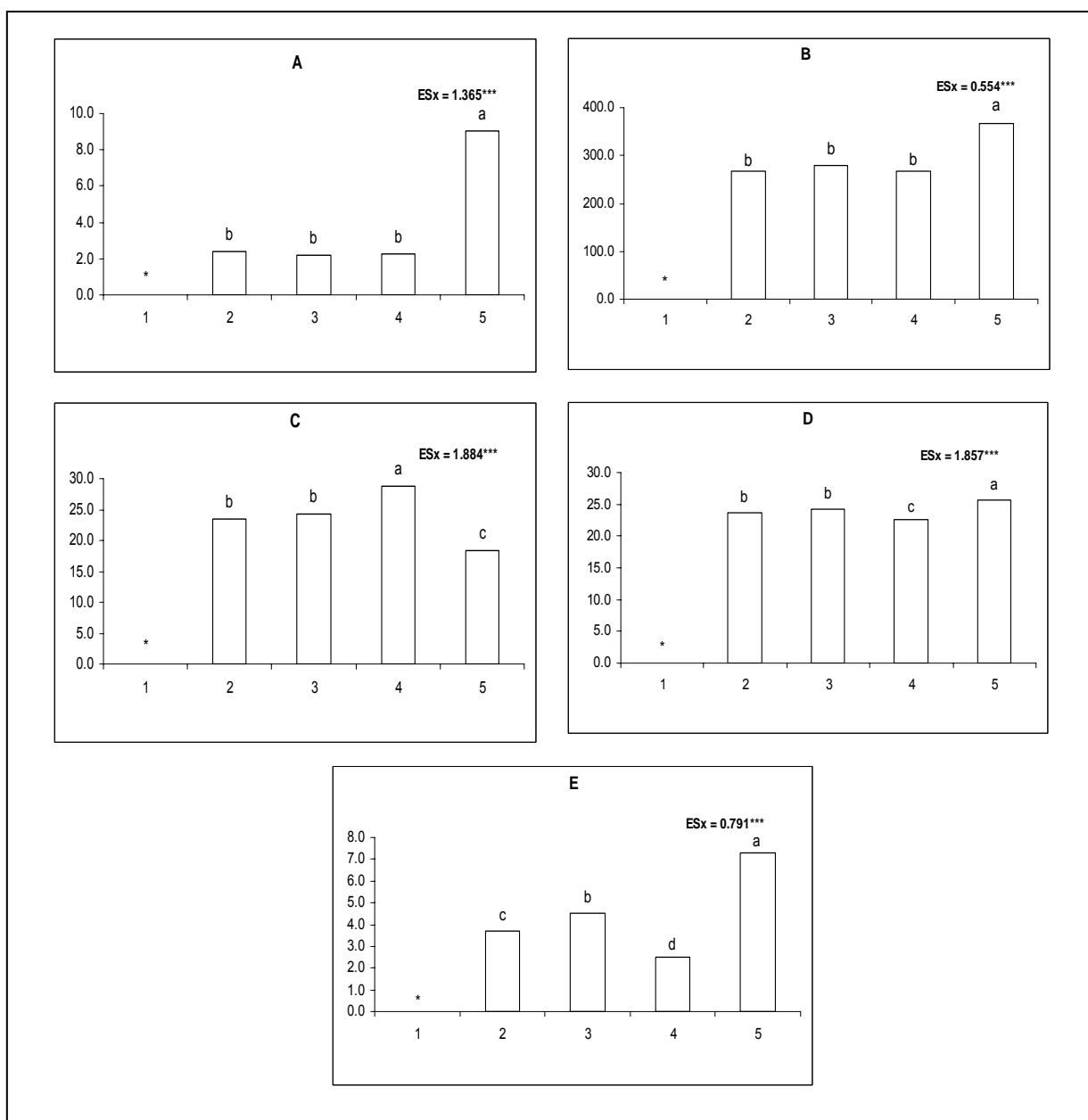


Figura No. 10: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio Taguasco según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneo; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

\* La tecnología que no aparece reflejada, se debe a la ausencia de la misma en el municipio.

Letras comunes no difieren a  $p \leq 0.05$  según prueba de rangos múltiples de Duncan

Para el indicador tallos por macollas (A), fue superior para la tecnología transplante tradicional quien obtiene los máximos valores, con diferencias altamente significativas con respecto a las tecnologías tecnología directa en seco (4), voleo en dique (3) y directa en dique (2). Estos resultados se comportan de manera similar en los municipios de Trinidad (figura No. 11) y Sancti Spíritus (figura No.12), destacándose que en los mismos no se explota la tecnología SICA.

Figura No.11: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Trinidad

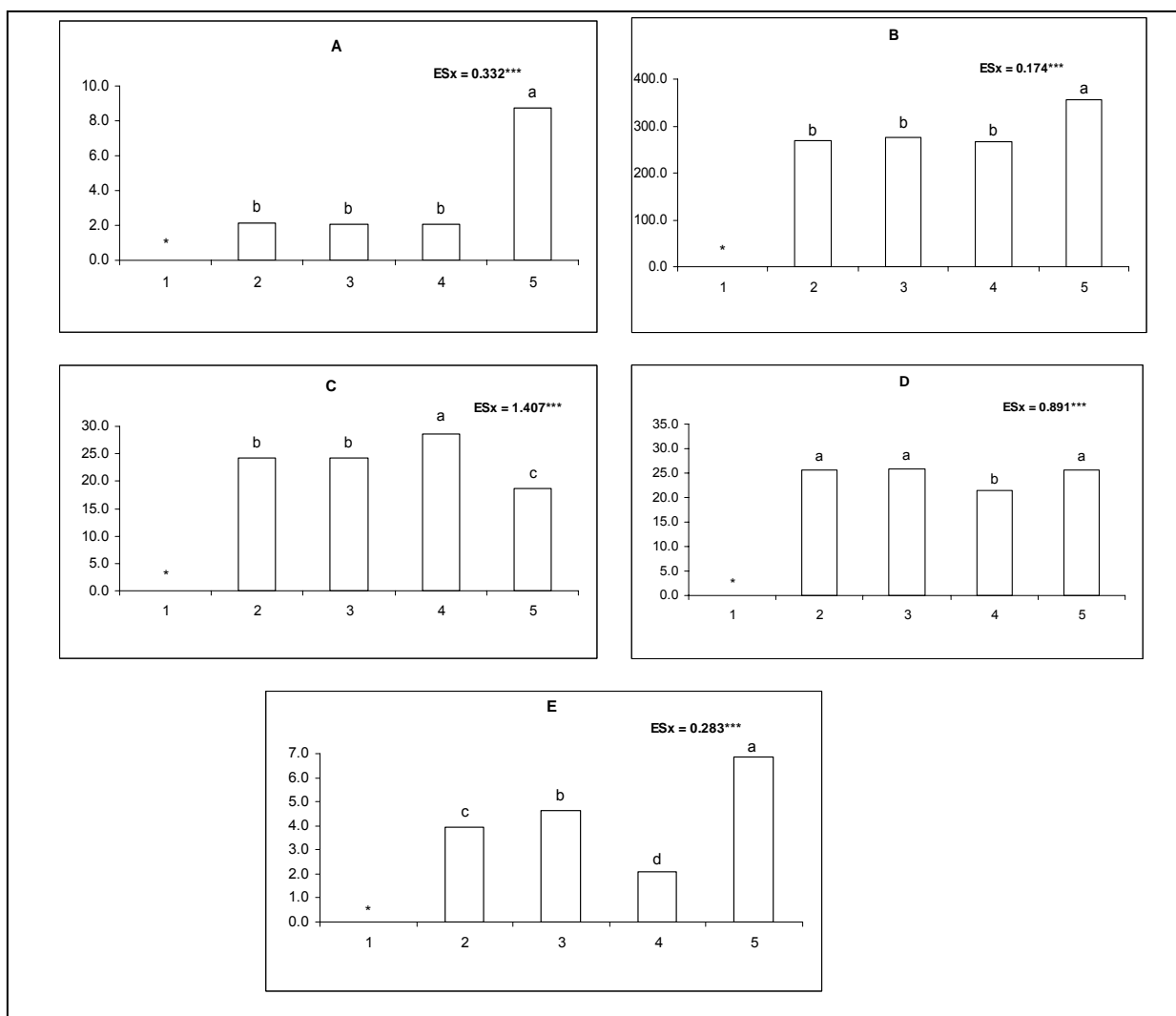


Figura 11 : Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio Trinidad según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneo; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

\* La tecnología que no aparece reflejada, se debe a la ausencia de la misma en el municipio.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Figura No.12: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Sancti Spíritus

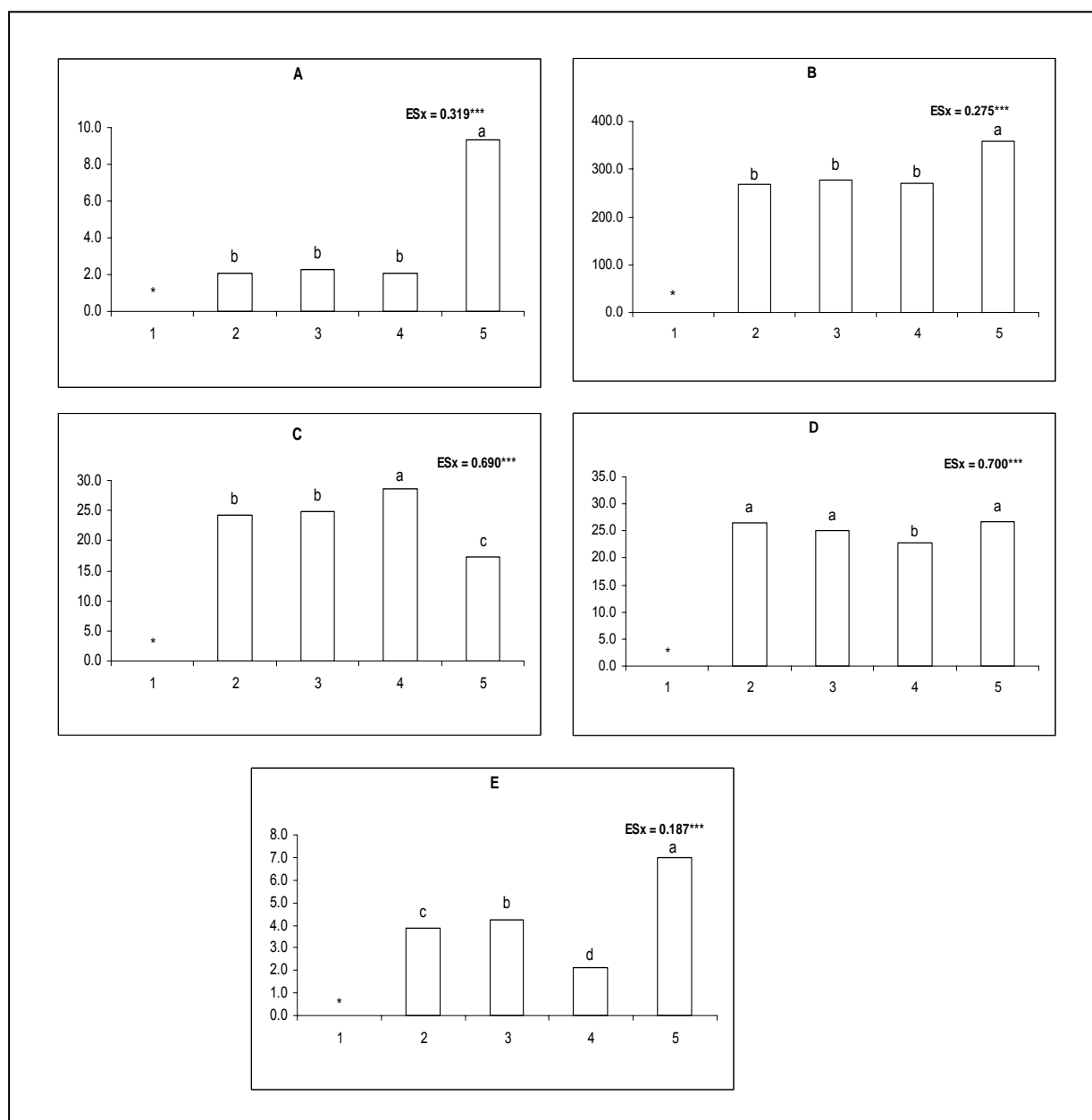


Figura No. 12: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Sancti Spíritus según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneo; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

\* La tecnología que no aparece reflejada, se debe a la ausencia de la misma en el municipio.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Para los municipios antes mencionados (Tagusco, Trinidad y Sancti Spíritus), en el indicador panículas por  $m^2$  (B), la tecnología transplante tradicional (5), alcanza el mayor valor superando estadísticamente a todos los demás, motivado por la distancia de plantación, con diferencias altamente significativas con la tecnología directa en seco (4), voleo en dique (3) y directa en dique (2), no existen diferencias significativas entre estas últimas.

De igual forma el indicador (C) porcentaje de vaneo la tecnología transplante tradicional (5), logra el menor valor, la cual difiere estadísticamente de todas las demás. Mientras que las tecnologías voleo en dique (3) y directa en dique (2), sin diferencias significativas entre ellas y con diferencias altamente significativa con la tecnología directa en seco (4).

Todo lo anterior propicio que para el peso de 1000 granos (D), los máximos valores están también en correspondencia con la tecnología de transplante tradicional (5), la cual muestra diferencias estadísticas con todas las demás.

En cuanto al rendimiento ( $t.ha^{-1}$ ), (E): se muestra que el mayor obtenido fue a través de la tecnología transplante tradicional (5), esta alcanza los máximos valores y presenta diferencias altamente significativas de todas las demás. De igual forma la tecnología directa en dique (2), difiere de la tecnología voleo en dique (3) y la de directa en seco (4), las que también muestran diferencias significativas entre ellas.

Cabaiguan municipio donde existe una fuerte tradición de producción de arroz popular, presento un comportamiento similar a otros municipios, tal como se aprecia en la Figura No.13.

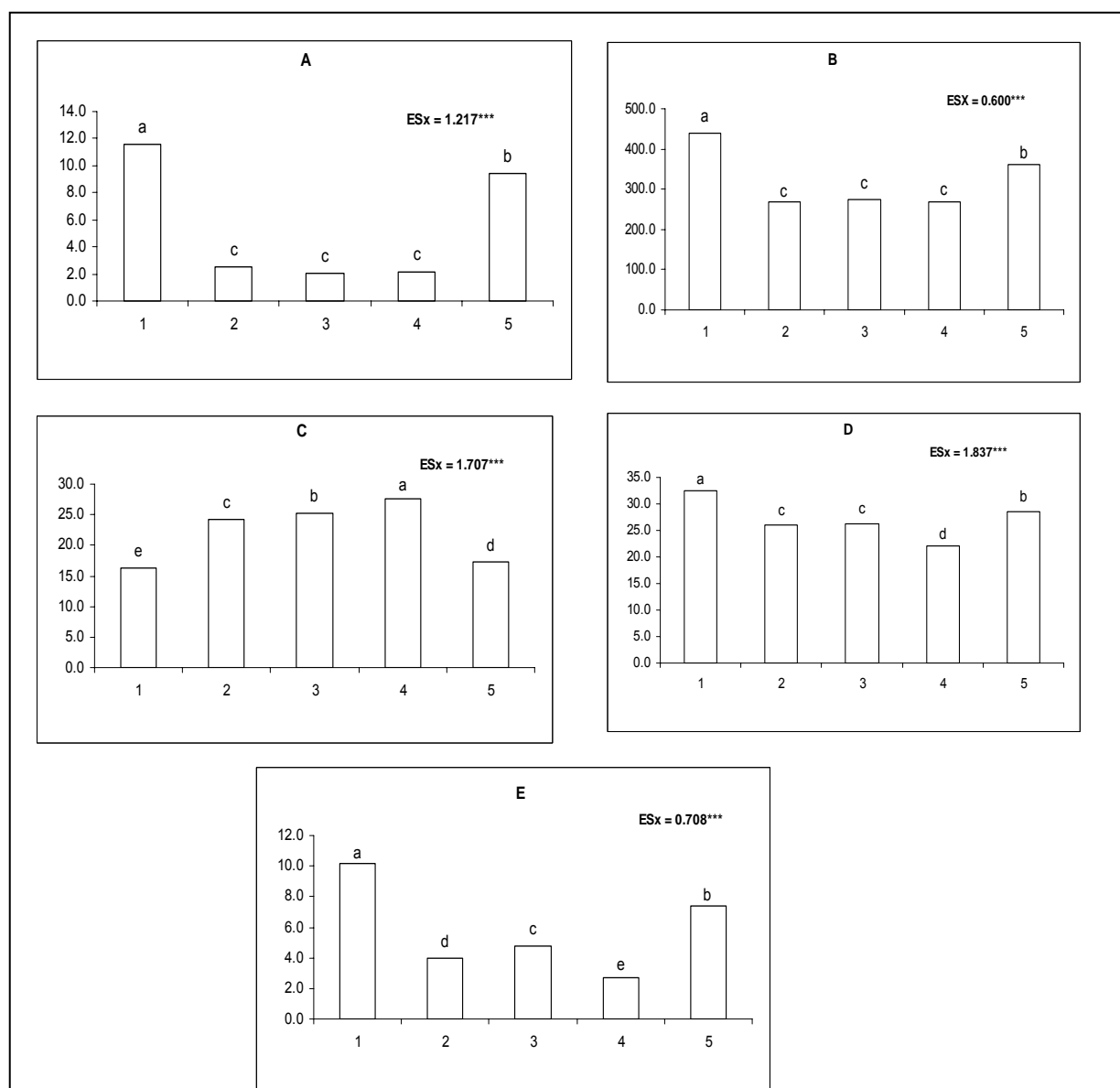


Figura No.13: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Cabaiguan según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneo; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

Letras comunes no difieren a  $\alpha < 0.05$  según prueba de rangos múltiples de Duncan.



El número de tallos por macollas indicador (A), fue similar en las tecnologías directa en dique (2), voleo en dique (3) y directa en seco (4), todas inferiores estadísticamente a la tecnología SICA (1) y el transplante tradicional (5). De estas últimas, los mayores valores correspondieron al SICA, la cual estadísticamente a todas las demás.

Esta misma tecnología (SICA) propicio la mayor cantidad de panículas por m<sup>2</sup> indicador (B). Por otra parte no se encontraron diferencias estadísticas entre las tecnologías directa en dique (2), voleo en dique (3) y directa en seco (4), lo que hace inferir que este indicador está más relacionado con la distancia de plantación que con la tecnología empleada.

Considerando este factor más las condiciones agroclimáticas donde se desarrolló el cultivo propiciaron que el porcentaje de vaneos indicador (C) fuera menor en la tecnología SICA (1), la cual difiere significativamente de todas las demás, seguido por el transplante tradicional (5). Este factor contribuyó a que esta misma tecnología SICA (1), alcanzara los mayores pesos de 1000 granos indicador (D) con diferencias estadísticas con transplante tradicional (5), directa en dique (2), voleo en dique (3) y directa en seco (4).

Por consiguiente el rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>), Indicador (E), fue superior con la tecnología SICA (1) donde se alcanzan los máximos valores y difiere estadísticamente de todas las demás. De igual forma las tecnologías directa en dique (2), voleo en dique (3) y directa en seco (4), alcanzaron los peores resultados.

En el municipio de Fomento, donde existe mayor tradición de las siembras por transplante según se refleja en la Figura No.14: El comportamiento de los indicadores evaluados según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004. se obtiene:

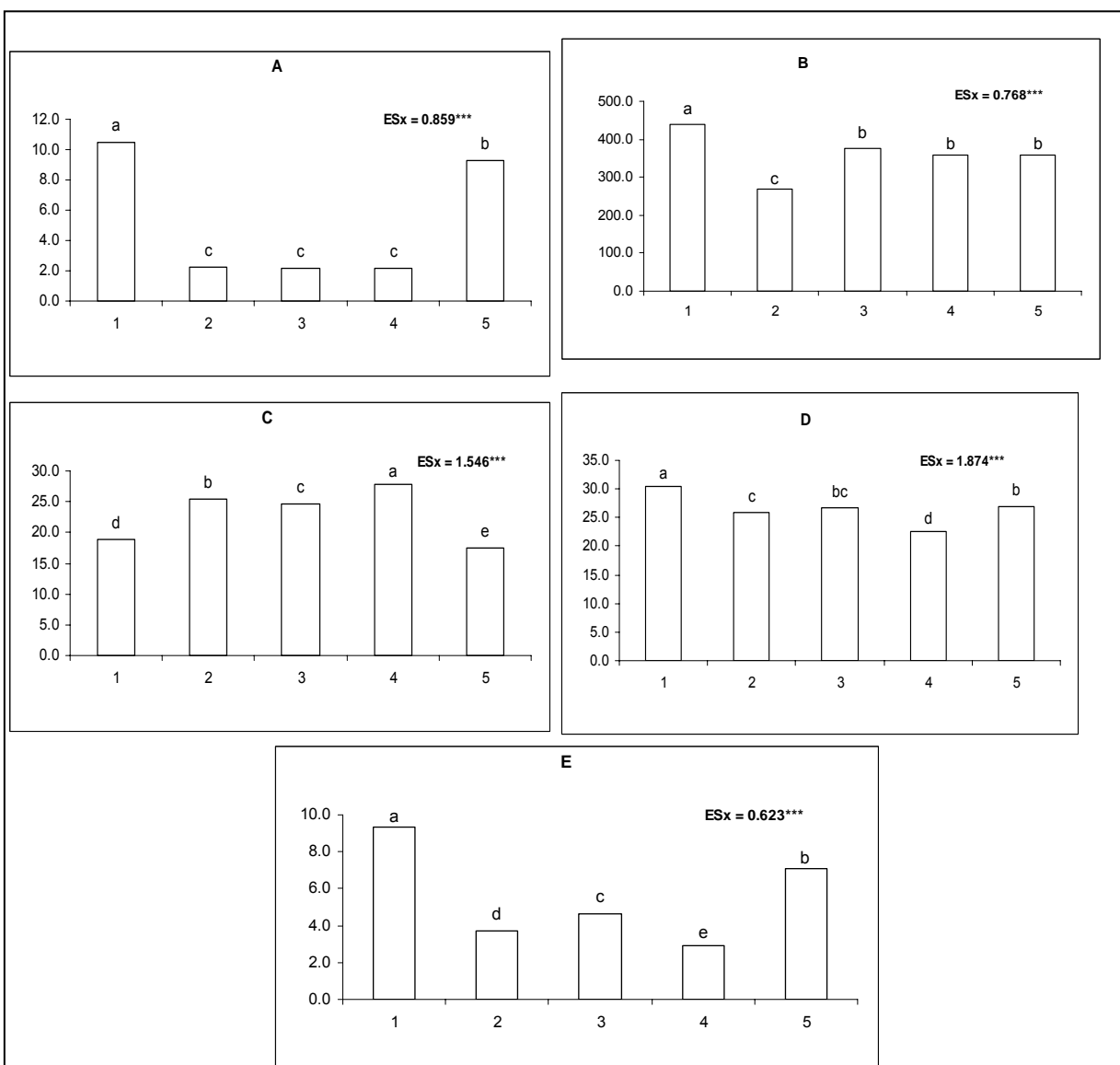


Figura No.14: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de Fomento según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneo; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ . según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Como consta en la figura anterior en cuanto al número de tallos por macolla no se muestran diferencias significativas en las tecnologías directa en dique (2), voleo en dique (3) y directa en seco (4), todas con valores inferiores a el SICA (1) y al transplante tradicional (5), los que presentaron los mayores valores, siendo el SICA (1) el de mejores resultados estadísticos, la cual supero a todas.

La causa de este comportamiento se haya, en la distancia de plantación y en la edad de las posturas utilizadas al momento del transplante, todo ello motivo además que panículas por  $m^2$  (B), también mostrara un comportamiento similar siendo el sistema SICA (1), el de mayor valor alcanzado con respecto a todas las demás.

Aún cuando el mayor porcentaje de vaneo se alcanza con la tecnología directa en seco (4), con diferencias altamente significativas con todas las demás, este es un indicador negativo para la obtención de altos rendimientos; siendo el SICA (1) el de menor valor alcanzado por este concepto, con diferencias estadísticas con el resto de las tecnologías.

Esto trajo consigo para el indicador (D), los mayores pesos de 1000 granos se obtienen con esta misma tecnología SICA (1), la cual difiere significativamente con todas las demás, las tecnologías transplante tradicional (5) y directa en dique (2) difieren significativamente entre sí; sin embargo la tecnología directa en seco (4), fue la que alcanzó el menor valor y difiriere estadísticamente con el resto de las tecnologías.

El rendimiento ( $t.ha^{-1}$ ), Indicador (E), el de mejor comportamiento fue el de la tecnología SICA (1), la que alcanza los máximos valores y difiere estadísticamente de todas las demás.

Analizando el comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de La Sierpe según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004, lo reflejamos a través de Figura No.15:

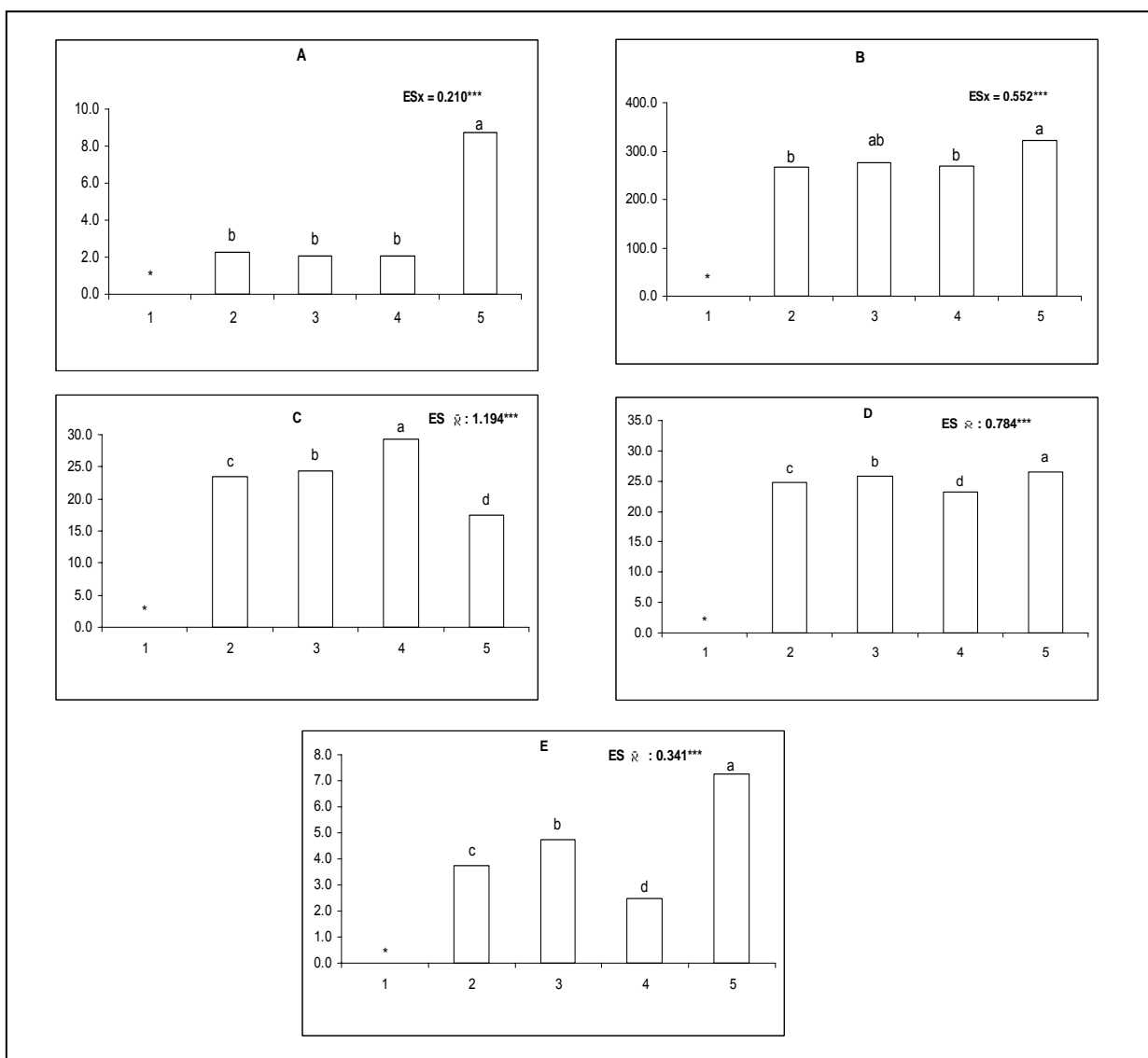


Figura No.15: Comportamiento de los indicadores evaluados en el municipio de La Sierpe según la tecnología de siembra utilizada, en la campaña "primavera" 2004.

A- Hijo por macolla; B- panícula por m<sup>2</sup>; C- % de vaneos; D- peso de 1000 granos; E- Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

1-SICA; 2- Directa en dique; 3- Voleo en dique; 4- Directa seco; 5- Transplante tradicional.

\* La tecnología que no aparece reflejada, se debe a la ausencia de la misma en el municipio.

Letras comunes no difieren a p< 0.05, según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Referido al indicador tallos por macollas (A), se aprecia como la tecnología trasplante tradicional (5), obtiene el mayor número los cuales superan estadísticamente a las demás; con diferencias altamente significativas, debido fundamentalmente a la distancia utilizada en la plantación, lo que trajo consigo además que las panículas por m<sup>2</sup> (B), fuese para esta misma tecnología la que alcanzara el mayor superando con diferencias altamente significativas con la las tecnologías directa en seco (4), voleo en dique (3) y directa en dique (2).

Se encontró que menos del 20 porciento de vaneos (C), se alcanzo con las tecnología de trasplante tradicional (5) la cual difiere estadísticamente con todas las demás. De igual forma las tecnologías voleo en dique (3) y directa en dique (2), sin diferencias significativas entre ellas y con diferencias altamente significativa con la tecnología directa en seco (4), quien mostró los peores resultados.

Todo lo anterior trajo consigo que para el indicador (D), los mayores pesos de 1000 granos se obtuvieran con la tecnología trasplante tradicional (5), la cual difiere significativamente con todas las demás, aspecto que influencio para que el mayor rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>), (E), obtenido fue a través de esta misma tecnología (trasplante tradicional), (5), la que difiere estadísticamente de todas las demás. De igual forma la tecnología directa en dique (2), difiere de voleo en dique (3) y directa en seco (4), las cuales también muestran diferencias significativas entre ellas.

En sentido general, y como conclusiones parciales, de acuerdo con la bibliografía consultada, la no uniformidad en los indicadores evaluados está atribuida a diferentes criterios. Ejemplo de lo anterior es lo señalado por Vergara et al (1990) y Kim (1992). Ellos resaltan que el número de tallos por macolla es un indicador importante para la obtención de altos rendimientos y confirman que el número que una planta pueda producir, a pesar de estar genéticamente determinado, puede variar en dependencia de las condiciones agronómicas realizadas al cultivo.

Por su parte, Sanzo (2004), expresa que es importante buscar un espacio vital adecuado, que garantice la homogeneidad en la maduración y a la vez altos rendimientos. Y Jennings *et al.* (1981), expresaron que las plantas con buen vigor vegetativo inicial son deseables si tal vigor no conduce a un crecimiento excesivo y al sombreo mutuo después de que comienzan a formarse las panículas.

De igual modo (Vergara *et al.*, 1990, Kim, 1992), demostraron cómo el vigor de los hijos producidos por la planta, el tamaño y peso de los granos, así como el número de granos totales y llenos que se forman en una panícula varía de acuerdo con su orden de aparición independientemente de que las condiciones de desarrollo de la planta hayan sido adecuadas. Si las plantas se han desarrollado en condiciones adversas, los hijos menos vigorosos serán los que experimenten las mayores variaciones; mientras que los hijos más vigorosos producirán panículas más densas, con más granos llenos y de mayor densidad.

Choi y Kwon (1985) corroboraron que un bajo número de hijos pueden asegurar también un número alto de haces vasculares, alto número de granos de alta densidad, caracteres que se requieren para alcanzar altos rendimientos regulando la densidad hasta niveles óptimos.

Con respecto al número de panículas por metro cuadrado; algunos autores refieren que existen varios componentes importantes en función del rendimiento, siendo el indicador panículas por m<sup>2</sup> uno de los más importantes (López, 1991). Investigaciones más recientes muestran un efecto positivo directo de las panículas x m<sup>2</sup> y los granos llenos de estas sobre el rendimiento (Padmavathi *et al.*, 1998).

Estos resultados corroboran lo planteado por Sanzo (2004), en estudio realizado al Comparar el transplante tradicional con el Sistema Intensivo de Cultivo Arrocero (SICA), donde se obtiene que en todos los tratamientos estudiados el SICA superó ampliamente en valores al sistema tradicional, tanto en el número de panículas por macollas como por área. Resulta de interés observar de modo general, cómo el número de panículas por área decrece a medida que se incrementa el marco de siembra y de modo similar aumenta por cada macolla o planta, debido a que este componente es uno de los decisivos en la estructura del rendimiento agrícola y propició los valores mayores de este.

Otros autores refieren un efecto positivo directo de las panículas y granos llenos de estas sobre el rendimiento (Padmavathi *et al*, 1998).

En relación con el porciento de vaneo, se considera que el mismo tiene un comportamiento normal cuando es inferior al 10% y con variedades índicas semicompactas se acepta hasta el 15% (MINAG, 1999).

La obtención de altos rendimientos en el cultivo del arroz, depende en gran medida del uso de la tecnología y de la variedad adecuada (Castillo *et al.*, 2001).

El bajo porcentaje de vaneo influye directamente sobre el rendimiento agrícola producido por las variedades, por lo que el mejor comportamiento lo presentan aquellas variedades que poseen menor número de granos vanos.

Al hacer referencia al peso de 1000 granos de las tecnologías en estudio, se corrobora lo planteado por (Pulver, 2002) cuando expresa que el vigor vegetativo de todo material se justifica por el elevado peso de 100 granos, pues se conoce que los granos pesados producen plantas más vigorosas. Una de las características que al final del proceso reflejará el buen rendimiento, lo constituye el buen vigor vegetativo mostrado desde el inicio por las plantas cultivadas.

Castillo *et al* (2001) comprobaron que un alto peso de 1000 grano en una variedad contribuye a producir más del 70% de producción de arroz blanco.

Lógicamente, el rendimiento agrícola: Es una característica genética heredable que expresa en mayor o menor grado, en dependencia de la influencia de factores ecológicos que afectan la total expresión genética de este carácter (Pérez *et al*, 2000). Soto (1999), sin embargo señala que la expresión del potencial de rendimiento de una variedad depende en gran medida del manejo agronómico que se le dé. Si este es adecuado y las condiciones ambientales son favorables, esa expresión será máxima.

Por las ventajas que ofrece para áreas pequeñas la tecnología de siembra SICA y por transplante desde los puntos de vista productivo y económico, basado en la disminución de semilla que se utilizará y la suspensión de herbicidas, esta tecnología puede y debe ser aplicada entre los agricultores, especialmente campesinos que puedan contar con garantías de agua (Puerta, 2003).

Los resultados obtenidos corroboran además lo expresado por (Pardillo, 2003) cuando señala que a través de la incorporación de la tecnología de transplante se logran altos rendimientos y su utilización en aquellas áreas donde la existencia de agua lo permite es una práctica que ofrece mayor producción de alimento por incrementar el nivel productivo por área y reduce los costos de producción. También Salvador (2003), expresa que mediante la ejecución del transplante, con posturas de edades inferiores a los 20 días de germinada las plantas, favorece el rendimiento, generando mayor utilidad al productor, mayor cantidad de arroz consumo y menor utilización de semillas para la siembra. La fertilización orgánica aplicada permitirá un buen desarrollo de las plantas y una mayor retención de la humedad del suelo, durante el ciclo del cultivo, no se presentaran ataques de insectos ni enfermedades en niveles que afecten el normal desarrollo de la plantación.

#### **IV-4.2 Comparación de los indicadores evaluados en el cultivo del arroz en los diferentes municipios de la provincia de Sancti Spiritus, según la tecnología de siembra empleada.**

En la figura No. 16. Se presentan los resultados obtenidos por la tecnología SICA en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spiritus.



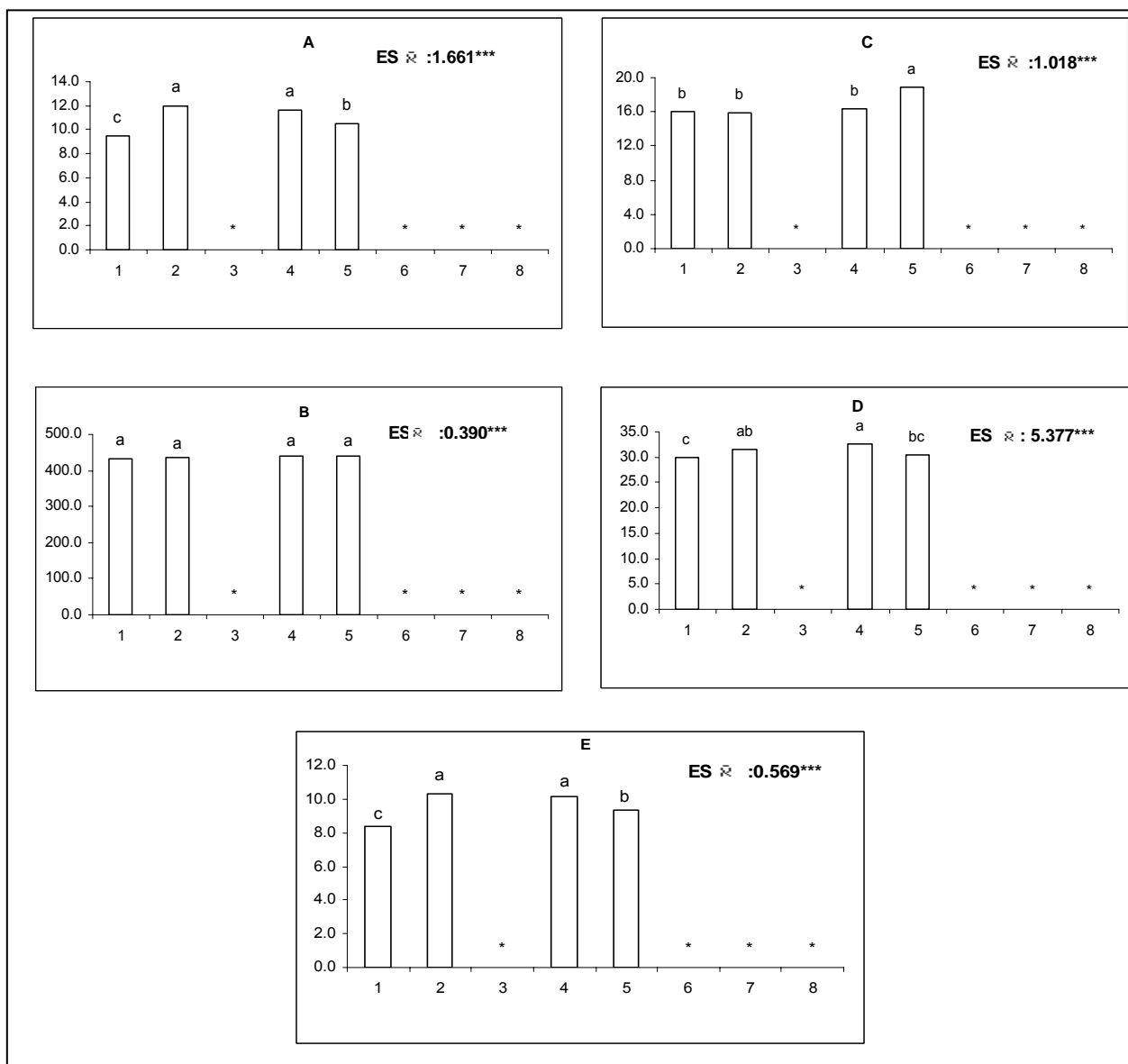


Figura No.16: Resultados obtenidos por la tecnología SICA en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spíritus., en la campaña "primavera" 2004.

1-Yaguajay; 2- Jatibonico; 3- Taguasco; 4- Cabaiguan; 5- Fomento; 6- Trinidad; 7- Sancti Spíritus; 8- La Sierpe.

\* Los municipios de la provincia que no aparecen reflejados, se debe a la ausencia de dicha tecnología en ellos.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.

El número de tallos por macolla (A) de arroz, obtenido con la tecnología SICA, tuvo un comportamiento diferente por los territorios, siendo superiores en Jatibonico y Cabaiguan, sin diferencias estadísticas entre ellos. Los de menores resultados corresponden a Fomento y Yaguajay. Lo anterior puede ser atribuido fundamentalmente a la edad de las posturas utilizadas durante el transplante de las mismas, ya que en los dos primeros se utilizaron posturas de 12 días de edad, mientras que en Fomento fueron de 18 días, y en yaguajay de 20. Otra de las posibles causas en esta desuniformidad puede ser las condiciones edafoclimáticas que predominan en cada municipio objeto de estudio.

Aspecto contrario se obtuvo con respecto al número de panículas x m<sup>2</sup> (B), donde no muestra diferencias significativas por los municipios objetos de estudio, lo cual podría estar atribuido a la compensación que realiza el cultivo del arroz ante variaciones del área vital de las plantas, según refiere (Socorro- Martín, 1989).

Al parecer, esta propia “compensación fisiológica” que ejerce la planta de arroz, motiva que la producción de sustancias de reservas no sea suficiente para suplir su gasto energético (aspecto no evaluado en la investigación) lo que pudiese haber provocado que el llenado del grano no se haya realizado eficientemente, aspecto señalado por (Pulver, 2002). Lo anterior, unido a la acción que ejerce las condiciones agroclimáticas de cada región de estudio, es lo que pudiese justificar que el porcentaje de granos vanos (C), fuera superior estadísticamente en el municipio de Fomento que en el resto.

El peso de 100 granos (D) como componente del rendimiento se vio favorecido en los municipios Cabaiguan (4) y Jatibonico (2), sin diferencias entre ellos, lo que trajo como consecuencia que el mayor rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>) indicador (E), se corresponda con estos mismos municipios. Con la tecnología SICA el municipio con más bajo rendimiento fue el de Yaguajay, lo que puede además estar dado a violaciones técnicas en que incurrieron los productores. Esto puede estar dado por no garantizar el por ciento de población requerido, el número de posturas por nido, el intervalo de traslado de posturas del semillero al campo, entre otros.

Por su parte la figura No. 17. Se presentan los resultados obtenidos por la tecnología directa en dique en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spíritus.

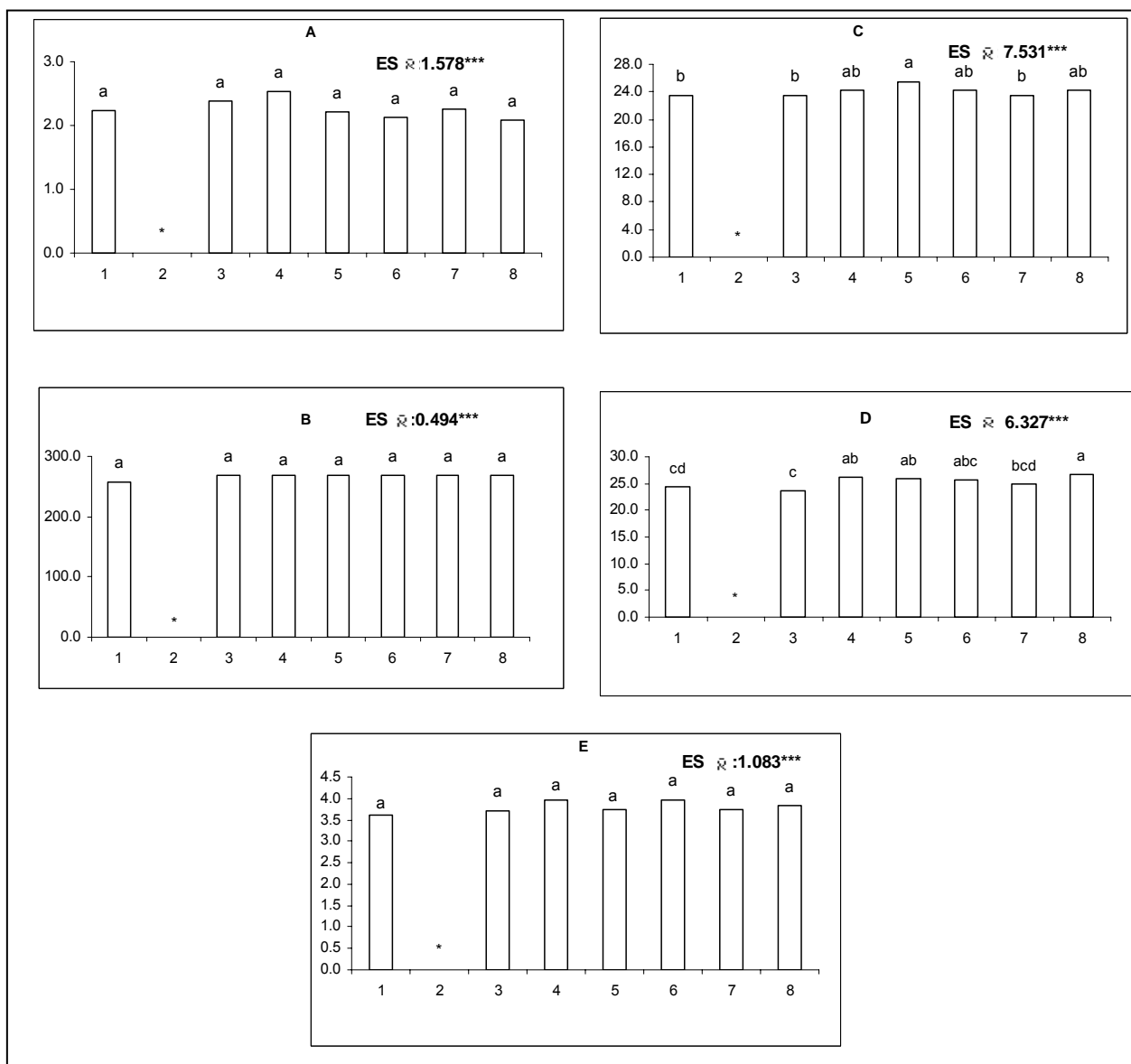


Figura No.17: Resultados obtenidos por la tecnología Directa en dique en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spíritus., en la campaña "primavera" 2004.

1-Yaguajay; 2- Jatibonico; 3- Taguasco; 4- Cabaiguan; 5- Fomento; 6- Trinidad; 7- Sancti Spíritus; 8- La Sierpe.

\* Los municipios de la provincia que no aparecen reflejados, se debe a la ausencia de dicha tecnología en ellos.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.

El número de tallos por macolla (A) de arroz, obtenido con la tecnología directa en dique, mostró un comportamiento similar por los territorios, sin diferencias estadísticas entre ellos. Dicho aspecto se mantuvo con respecto al número de panículas x m<sup>2</sup> (B), donde no muestra diferencias significativas por los municipios objetos de estudio, lo cual podría estar atribuido a que en todos se utilizará la densidad de siembra recomendada, según refiere (Instructivo Técnico del Arroz, 1999).

En cuanto al por ciento de vaneo (C), se puede apreciar que los más altos valores se alcanzan en los municipios de Cabaiguan (4), Fomento (5), Trinidad (6) y La Sierpe (8), provocado al parecer, por la acción que ejerce las condiciones agroclimáticas de cada región de estudio.

El peso de 100 granos (D) como componente del rendimiento alcanzó los más bajos valores en el municipios de Cabaiguan (4), quien presenta diferencias estadísticas significativas con el resto de los municipios evaluados, motivado por las condiciones edafoclimáticas. Sin embargo, el rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>) indicador (E), tuvo un comportamiento similar en todos los municipios.

Posteriormente en la figura No. 18. Se presentan los resultados obtenidos por la tecnología de siembra directa en seco en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spíritus.

En cuanto al número de tallos por macolla (A) de arroz, obtenido se observa que el mayor número fue alcanzado por el municipio de Yaguajay, quien difiere estadísticamente de todos los demás. Sin embargo con respecto al número de panículas x m<sup>2</sup> (B), los municipios de Yaguajay y Fomento alcanzan el mayor valor sin diferencias significativas entre ellos, pero con diferencias altamente significativas con el resto de los municipios. Esto podría estar atribuido a que el número de tallos que una planta pueda producir, así como el número de panículas por planta, a pesar de estar genéticamente determinado, puede variar en dependencia de las condiciones agronómicas realizadas al cultivo, según refiere Vergara *et al* (1990) y Kim, (1992).

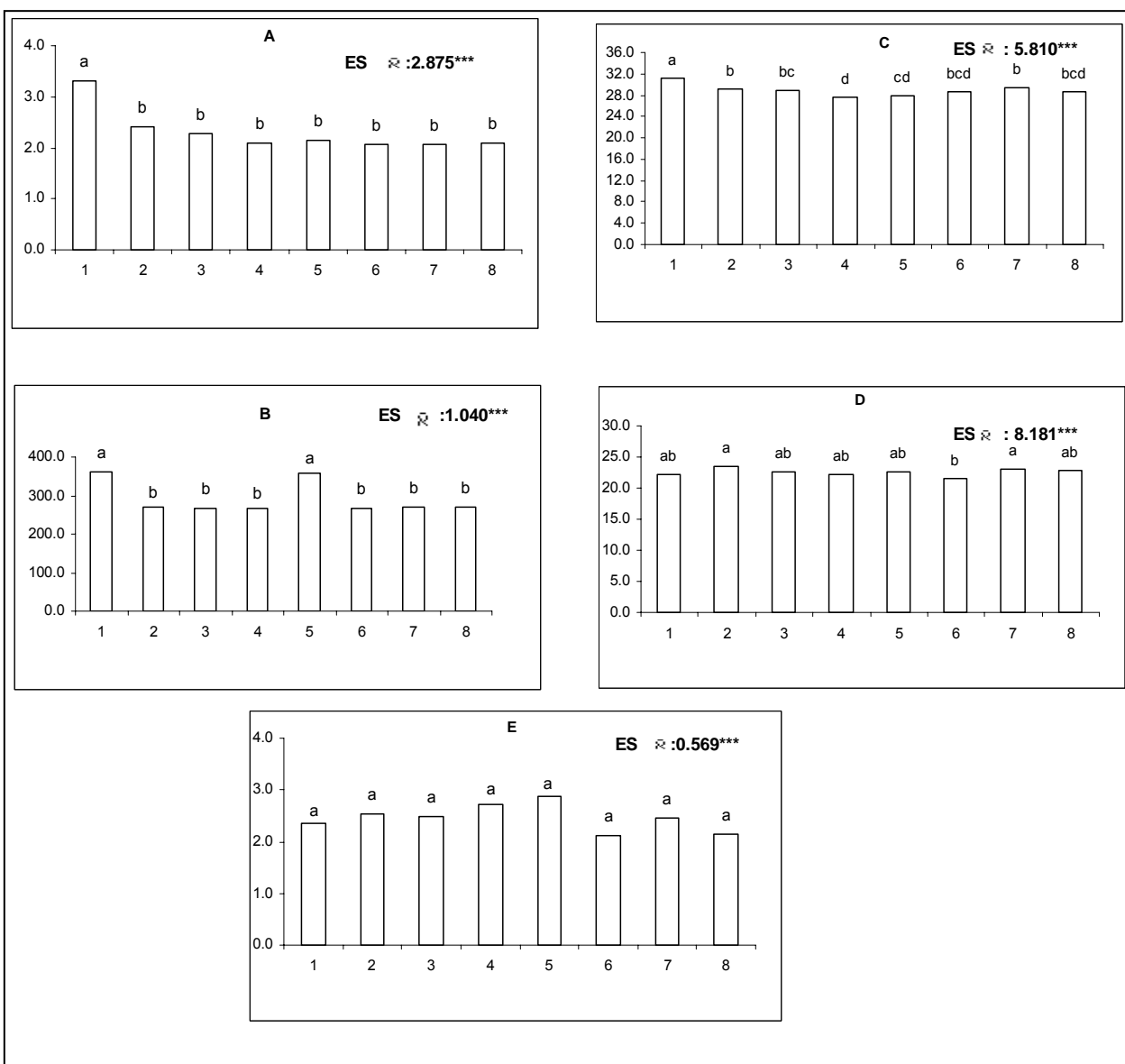


Figura No.18: Resultados obtenidos por la tecnología Directa en seco en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spiritus., en la campaña "primavera" 2004.

1-Yaguajay; 2- Jatibonico; 3- Taguasco; 4- Cabaiguan; 5- Fomento; 6- Trinidad; 7- Sancti Spiritus; 8- La Sierpe.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Lo anterior, unido a la acción que ejerce las condiciones agroclimáticas de cada región de estudio es lo que pudiese justificar en esta tecnología que el porcentaje de granos vanos (C), fuera superior estadísticamente en el municipio de Yaguajay que en el resto.

El peso de 100 granos (D) como componente del rendimiento se vio favorecido en los municipios de Jatibonico (2) y Sancti Spíritus (7), sin diferencias entre ellos; lo que trajo como consecuencia que el mayor rendimiento ( $t.ha^{-1}$ ) indicador (E), se corresponda con estos mismos municipios.

Respecto a la tecnología de siembra voleo en dique la figura No. 19. Se presentan los resultados obtenidos en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spíritus.

Para el indicador número de tallos por macolla (A), no existe diferencias estadísticas en ninguno de los municipios objeto de estudio, lo cual podría estar atribuido a que en todos se utilizará la densidad de siembra recomendada, según refiere (Instructivo Técnico del Arroz, 1999).

Sin embargo para el indicador panículas  $\times m^2$  (B), el máximo valor se obtuvo en el municipio de fomento, el cual presenta diferencias altamente significativas a todos los demás, lo cual podría estar atribuido a que el número de tallos que una planta pueda producir, así como el número de panículas por planta, a pesar de estar genéticamente determinado, puede variar en dependencia de las condiciones agronómicas realizadas al cultivo, según refiere Vergara *et al* (1990) y Kim, (1992).

Todo lo anterior pudo propiciar que el porcentaje de vaneos (C), alcanzara los máximos valores en los municipios de Yaguajay (1), Jatibonico (2), Cabaiguan (4), Fomento (5), y Trinidad (6); provocado, al parecer por la acción que ejercen las condiciones agroclimáticas de cada región de estudio.

El peso de 1000 granos (D) como componente del rendimiento, alcanzó los más bajos valores en el municipios de Taguasco (4), quien presenta diferencias estadísticas significativas con el resto de los municipios evaluados; sin embargo, el rendimiento ( $t.ha^{-1}$ ) indicador (E), tuvo un comportamiento similar en todos los municipios.

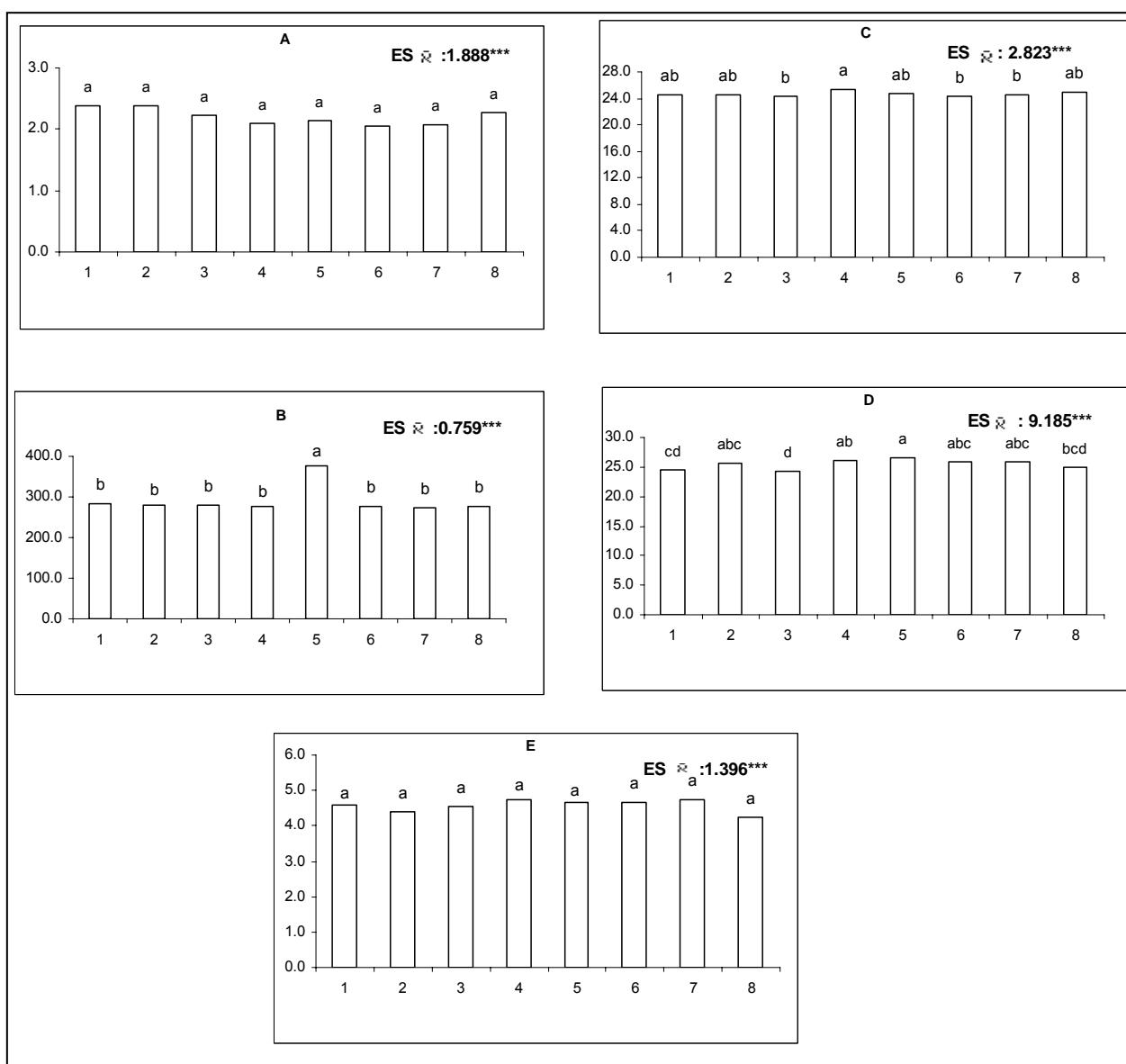


Figura No.19: Resultados obtenidos por la tecnología Voleo en dique en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spiritus., en la campaña "primavera" 2004.

1-Yaguajay; 2- Jatibonico; 3- Taguasco; 4- Cabaiguan; 5- Fomento; 6- Trinidad; 7- Sancti Spiritus; 8- La Sierpe.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Cuando se comparan los resultados obtenidos por la tecnología de siembra transplante tradicional en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spiritus, figura No. 20:

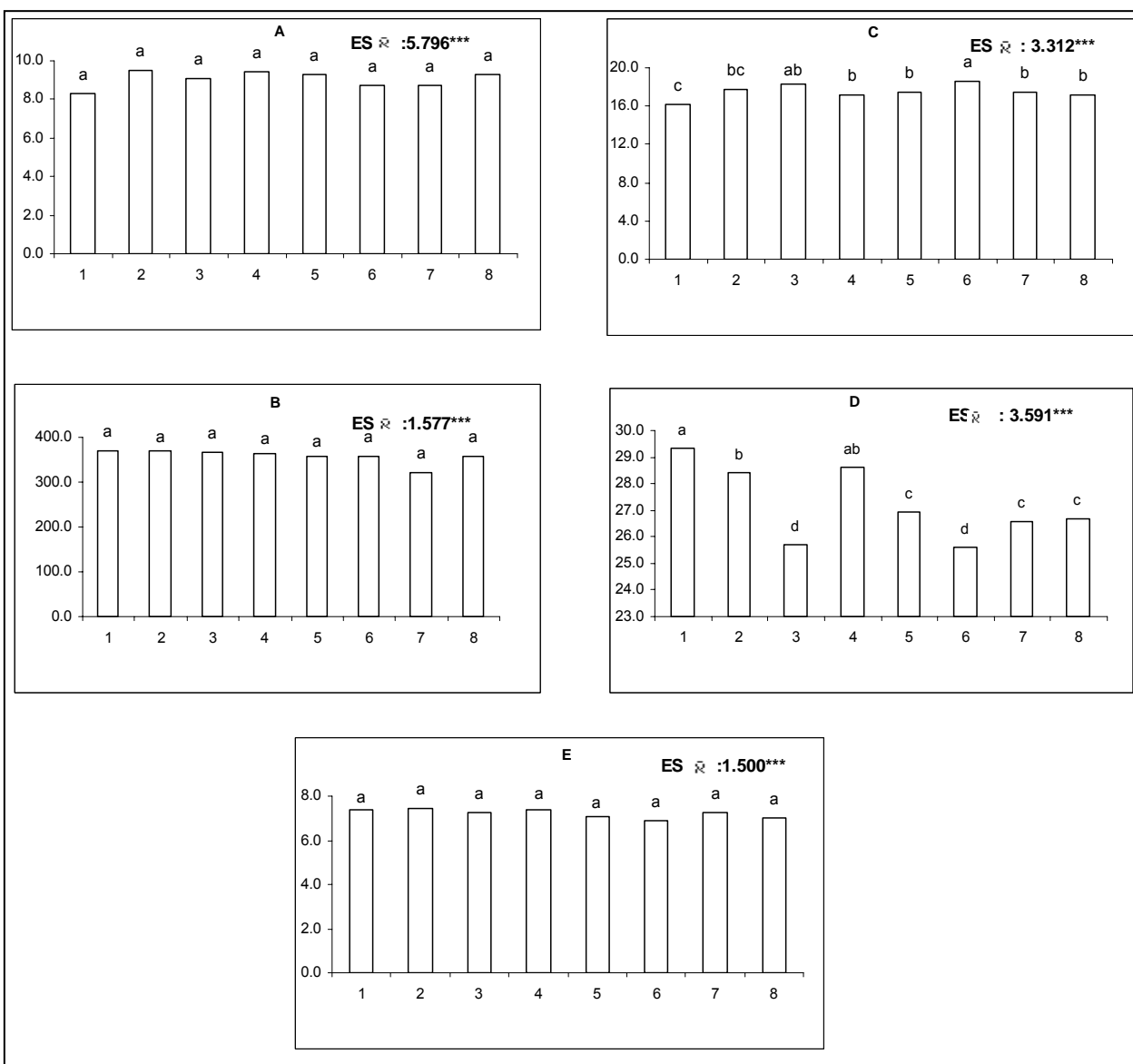


Figura No.20: Resultados obtenidos por la tecnología Transplante tradicional en los diferentes territorios (municipios) de la provincia de Sancti Spiritus., en la campaña "primavera" 2004.

1-Yaguajay; 2- Jatibonico; 3- Taguasco; 4- Cabaiguan; 5- Fomento; 6- Trinidad; 7- Sancti Spiritus; 8- La Sierpe.

Letras comunes no difieren a  $p < 0.05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Se puede apreciar que número de tallos por macolla (A), obtenido con esta tecnología, mostró un comportamiento similar por los territorios, sin diferencias estadísticas entre ellos. Dicho aspecto se mantuvo con respecto al número de panículas  $\times m^2$  (B), donde no muestra diferencias significativas por los municipios objetos de estudio, lo cual podría estar atribuido a que en todos se utilizará la misma densidad de plantación, que fue 20 x 20 cm recomendada, según refiere (Instructivo Técnico del Arroz, 1999).



En cuanto al por ciento de vaneo (C), los más altos valores se alcanzan en los municipios de Cabaiguan (4) y Trinidad (6); provocado, al parecer por la acción que ejercen las condiciones agroclimáticas de cada región de estudio, este aspecto es lo que pudiese justificar que el porcentaje de granos vanos (C), fuera superior estadísticamente en estos mismos municipios antes mencionados que en el resto.

El peso de 100 granos (D) como componente del rendimiento se vio favorecido en los municipios Yaguajay (1) y Fomento (4), sin diferencias estadísticas entre ellos; sin embargo, el rendimiento ( $t\cdot ha^{-1}$ ) indicador (E), tuvo un comportamiento similar en todos los municipios.

#### **VI-5. Valoración Económica de las diferentes Tecnologías de siembras.**

Seguidamente se expone, de modo comparativo, un análisis económico para las tecnologías estudiadas.

Tecnologías de siembra	Rdto ( $t\cdot ha^{-1}$ )	Valor Producción (\$/ha)	Gastos Generales (\$/ha)	Gastos/ Transplante (\$/ha)	Gastos/ Insumos (\$/ha)	Ganancias (\$/ha)	Relación (beneficio/ Costo)
Directa (surco) Seco	2.8	5928.72	12000.00	-	541.2	(6612.48)	0.00
Directa (voleo) dique	6.4	13551.36	12000.00	-	541.2	1010.16	0.08
Directa (surco) dique	7.2	15245.28	12000.00	-	541.2	2704.08	0.22
Transplante Tradicional	8.2	17362.68	12000.00	1920.00	-	3442.68	0.25
SICA	10.3	21809.22	12000.00	1920.00	-	7889.22	0.57

Teniendo en cuenta el resultado económico, resulta ventajosa la tecnología del transplante para el incremento de la producción y productividad en el cultivo del arroz, además de las ventajas que trae consigo al disminuir la necesidad de insumos y al mismo tiempo la necesidad de decrecer la posible agresión al medio ambiente, por el uso incorrecto de los productos químicos. De un modo general, el rendimiento del arroz trasplantado resulta mayor que la siembra directa en seco, así como las realizadas en diques, lo que corrobora lo expresado por CIAT (1980) cuando expresa que desde el punto de vista económico, el transplante presenta una ganancia por encima de la obtenida en la siembra directa, pues aunque su costo en fuerza de trabajo resulta más alto, supera a esta en rendimiento y presenta un gasto menor de insumos, además de evitar o disminuir el uso de agroquímicos, ayuda a evitar el acamado, permite cultivar arroz en áreas infestadas de malezas, facilitando el control de las mismas. Otra ventaja del transplante es que permite un mejor aprovechamiento del área, ya que los pequeños espacios con agua, que irremediablemente no quedan bien poblados de plantas en la siembra directa, el transplante permite su aprovechamiento y además, en caso de tener una cosecha aún en pie (estado de maduración), puede sembrarse el semillero de la próxima campaña, lo que, indudablemente, ahorra tiempo y hasta algunos recursos en la preparación del suelo siguiente, pues representa un doblaje sencillo.

La investigación desarrollada en el cultivo del arroz en la provincia de Sancti Spíritus sobre la Popularización de este cultivo, tiene un gran valor económico, por lo que significa la producción es este cereal para la comunidad y el país en general que exige de un comportamiento conciente de sus productores, lo que confirma lo planteado por Arteaga *et al*, (2004), quienes definen que los sistemas agrarios de producción, además de ser económicamente viables, deben minimizar la degradación a los recursos naturales y considerar, los aspectos sociales y culturales que generan preocupación, visto desde el contexto general y por encima de los intereses de la empresa o unidad de gestión agrícola.

## CONCLUSIONES.

- 1) La producción de Arroz Popular en la provincia de Sancti Spíritus ha mantenido, desde su introducción, un incremento en áreas (65%) y en los volúmenes de producción (86%), a pesar de las limitaciones económicas, técnicas, financieras y organizativas que el diagnóstico brindó.
- 2) Según los objetivos del Programa de Producción de Arroz Popular, la tecnología de siembra por transplante ha superado, en todos los casos, el promedio de rendimiento logrado con las siembras directas.
- 3) De las tecnologías estudiadas y empleadas en el Programa de Producción de Arroz Popular en la provincia de Sancti Spíritus, el Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA) superó en rendimiento agrícola al transplante tradicional lo que valida su empleo en áreas arroceras (preferiblemente equivalente a 0.25 ha).
- 4) Al compararse las tecnologías de siembra “por transplante”, con las “siembras directas” las primeras alcanzaron valores superiores, en todos los indicadores componentes del rendimiento, independientemente del territorio (municipios) en que se utilizaron.
- 5) De acuerdo con los resultados obtenidos y, de generalizarse en el Programa de Producción de Arroz Popular, ambas tecnologías de producción por transplante (SICA y tradicional), se garantizan rendimientos elevados que reportarían relación Beneficio/Costo a favor de los productores populares de arroz.

## RECOMENDACIONES

- 1) Siempre que exista un mínimo de insumos y donde se disponga de agua, debe emplearse la tecnología de siembra “por transplante”, dado el beneficio que ésta aporta en la obtención de altos rendimientos por área.
- 2) En áreas pequeñas (de alrededor de seis cordeles cuadrados 0.25 ha) resulta aconsejable la utilización del Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA), en lugar de transplante tradicional, por las ventajas que este presenta para estas condiciones.
- 3) Seguir buscando alternativas para el fomento y generalización del Programa de Arroz Popular en la provincia con el objetivo de incrementar la producción del mismo por lo que representa dicho alimento en la dieta de sus pobladores y en la solvencia económica de sus productores.

## REFERENCIAS

1. **Alemán, L** (2004). Conferencia ofrecida por el director IIA sobre “La Producción de Arroz Popular al cierre del 2003. Sancti Spíritus, Mayo del 2004.
2. **Alemán, L.; Socorro, M.; R, Cabello.; Horfford, J.; González, D.; garcía, G.; batista, J.; Vázquez, E.; Delgado, A.; Rubí, A.; Cruz, F. y L. Romero** (2002). Impacto Actual del Programa de Producción de Arroz no Especializado (Popular). Memorias. 2do Encuentro Internacional de Arroz. La Habana, Cuba. Del 10 al 12 de Julio del 2002. Pag 243.
3. **Alimentos para todos.** (1996). cumbre Mundial sobre Alimentación. Informe de Cuba.
4. **Altieri, M.A.** (1994). Manejo Integrado de Plagas y Agricultura Sustentable en América Latina. En Taller sobre Manejo Integrado de Plagas en América Latina. Quito. Ecuador.
5. **Altieri, M. A** (1997). Bases agroecológicas para una agricultura sustentable. 3<sup>era</sup> ed. Cuba. Pp 129-173.
6. **Altieri, M.A. y Letourneau, D.K.** (1982). Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop Protection 1: 405-430.
7. **Altieri, M.A.; Francis, C.A.; van Schoonhoven, A. y Doll, J.D.** (1978). A review of insect prevalence in maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) polycultural systems. Field Crops Research 1: 33-49.
8. **Alfonso, R.; Alemán, L.; Rodríguez, S.** (2002). El Arroz de Secano para el sistema de Arroz Popular en Cuba. Memorias. 2do Encuentro Internacional de Arroz. La Habana, Cuba, del 10 al 12 de Julio del 2002. Pag 77.
9. **Alfonso, R.; Alemán, L.; Rodríguez, S.** (2002). El arroz de secano para el sistema de arroz popular en Cuba. Ponencia presentada en el 2do Taller Internacional de Mejoramiento del Arroz de Secano. Santa Cruz, Bolivia, 2002.
10. **Álvarez, M; García, M y Treto, E.**(1995). V-16. # 3. Los abonos verdes; una alternativa natural y económica para la agricultura. Cultivos Tropicales. Pp 9-12.
11. **Andow, E.** (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. Ann. Rev. Entom...36: 561-586.
12. **Angladette, A.** (1969). El arroz, Barcelona, Colección agrícola tropical, Editorial Blume... Pp. 86 – 87.

13. **Archimedes, F. y Soares, P. R** (2003). Uso y ocupación de tierras. Capítulo 11. Departamento agua, energía y electricidad. Sao Paulo. Brasil. Pp 189- 196. Tomado del archivo UMA. Sancti Spíritus. 13/X/2003.
14. **Arteaga, E. y Hernández. O** (2004). Agricultura sostenible. Modulo de formación ambiental básica. proyecto: acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el ecosistema Sabana-Camaguey. CUB/98/G32-CAPACIDAD 21. 16pp.
15. **Atkins, J.G.** (1972) Rice diseases. US Department. *Agricultural Farmer's Bulletin* 2120:14.
16. **Batalla J.A.** (1999) Los barrenadores del tallo del arroz. *Phytoma* 106:35-40.
17. **Beegle, C.C y T. Yamamoto.** (1992) History of *Bacillus thuringiensis* berliner research and development. *Canadian Entomology* 124:587-616.
18. **Brar, D.S; R. Dalmacio; R. Elloran; R, Agarwal; R. Angeles and G, S. Khush.** (1996) Gene transfer and molecular characterization of introgression from wild *Oryza* species into rice. En: *Rice Genetics* III. GS Khush (ed). International Rice Research Institute. Manila, Filipinas. Pag. 477-486.
19. **Carballo, D. y K. Noal.** (1991). La tecnología de Producción de Arroz de Riego en las Sabanas de Campeche, México. Arroz en América Latina. Mejoramiento, Manejo y Comercialización. Pp24 -28.
20. **Canet, R.; Cabello, R.; Galano, R. y Chaviano, Mariela** (1995). El uso de la *Sesbania rostrata* como abono verde en la producción de arroz. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica 17–19 de Mayo de 1995. La Habana. Pp: 38–39.
21. **Campbell, R.** (1989). Biocontrol of diseases of roots. En Biological control of microbial plant pathogens. Ed. Cambridge University Press. Cambridge: 112-160.
22. **Castro, F. R** (1997). Discurso clausura del V Congreso del PCC. Informe central. Pag 49.
23. **Castro, F.R** (1986). Informe Central al Tercer Congreso del P.P.C. Pag.20.

24. **Castillo, D.; Ana Adelfa, H.; Hernández, J.; Suárez, E.; Justa Digna H.; Mayvelin P. Y Digna R. G.** (2001): "Características físicas y químicas principales del grano de las variedades de arroz comerciales que se cultivan en Cuba en el año 2002". Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura. Boletín No 1. Calidad del grano.
25. **Castaño, J.** (1998) Etiología del Manchado de Grano en Arroz de Secano en Colombia e Indonesia. *Arroz*. 47(413). Pp 24-28.
26. **Chang, T.T.** (1976). The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. *Euphytica* 25:435-444.
27. **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**, (1980). Siembra de arroz mediante transplante. Guía de estudio. Cali, Colombia. Pag 20.
28. **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**. (1981). Producción y Beneficio de semilla Certificada de arroz. Cali, Colombia. Pag 30.
29. **C.I.A.T y F.L.A.R**, (1988). Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas en el arroz. Tercera Edición Revisada y Ampliada. Cali, Colombia. Pag 55.
30. **Choi, H. C. and K. W. Kwon.** (1985): Evaluation of varietal difference and environmental variation for some characters related to source and sink in the rice plants. *Korean Journal Crop Science*. 30(6). Pp 460 – 470,
31. **Cordero, J. F.; S. Kondo.** (1991) Mecanización Arroz de Riego, Establecido por Transplante, en Morelos, México. Pp 133 – 272.
32. **Cuba.** (1999). Comportamiento del sector campesino y autoconsumo de empresas en la producción arrocera en 1998. Subdelegación de Popularización. MINAG. Sancti Spíritus.
33. **Cuba.** (2004). Informe sobre cumplimiento del programa de Arroz popular. CAI Sur del Jíbaro. Subdelegación de popularización. MINAG. Pp 1-7.
34. **Cuevas, F.** (1991). Palabras de bienvenida. Arroz en América Latina. Mejoramiento y Comercialización. CIAT – IRRI, México. Pag 2.
35. **Chrispeels, M.J and D.E, Sadava.** (1994) *Plants, Genes and Agriculture*. MJ Chrispeels y DE Sadava (eds). Jones and Bartlett Publishers, London, England.
36. **De Datta, S. K.** (1981) Principles and Practices on rice Production. International Rice Research institute IRRI. Los Baños, Philippines, Pp 618.

37. **Economist Intelligence Unit.** (2003) .The Country Report, Novembers the. EIU.
38. **Eigenbrode, S.D. and Pimentel, D.** (1988). Effects of manure and chemicals fertilisers on insect populations on collard. Agriculture, Ecosystems and Environment 20: 109-125.
39. **FAO** (1996). Cumbre mundial sobre la alimentación. 13 al 17 de Noviembre. Roma Italia.
40. **FAO** (2004) “El cultivo del arroz”. <http://www.rle.fao.org>. Agosto, 2004.
41. **FAO** (2004). Se estancan los avances en la reducción del hambre. [http://fao.cubasi.cu/esp/ampliacion\\_principal6.htm](http://fao.cubasi.cu/esp/ampliacion_principal6.htm) La Habana. Miércoles, 26 de Octubre del 2004.
41. **FAO** (2004). Año internacional del arroz. <http://www.fao.org/rice2004/es/aboutrice.htm>, Octubre, 2004.
42. **FEDEARROZ.** (1997). El Arroz en Colombia y el mundo. Arroz 46(408): Pp 16-46.
43. **FEDEARROZ.** (1999) Correo. Boletín informativo de la federación Nacional de arroceros. Fondo Nacional del Arroz. Santafé de Bogotá, D. C. Marzo. 1999.
44. **García, Margarita** (1997). Contribución al estudio y utilización de los abonos verdes en cultivos económicos desarrollados sobre un suelo ferralítico rojo de La Habana. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. ISCAH–INCA. La Habana.
45. **García T. R. A.** (1996). Efecto de la agricultura intensiva industrial sobre el medio ambiente. Agroecología y agricultura sostenible. Curso para diplomado de postgrado. Modulo 1. CEAS – Universidad agraria de la Habana. Cuba. Pp. 2-8.
46. **García, A.; Ana, A.H.; Castillo, D.; Digna, H.; Suárez, E.; Esther, R.; Cruz, F.; Isora, F.; Hernández, J.; Martínez, J.; Alemán, L. A; Rivero, L.E.; Mariela, Ch.; Socorro, M.; Canet, R.; Cabello, R.; Alfonso, R.; Tania, B. Y Violeta, P.** (2002).Manual de Arroceros. Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura. Segunda Edición.



47. **García, Margarita; Treto, Eolia y Álvarez, Maite** (1995). Efecto de diferentes abonos verdes incorporados al suelo como precedente al cultivo de la calabaza. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica 17–19 de Mayo de 1995. La Habana. Pp: 41–42.
48. **Grist, D. H.** (1965). Rice lamgmans ricen and co, ltd. 48 yrosvenan street, London W. I, Pp 548.
49. **Groth, D.E and C.A, Hollier.** (1986) A survey of rice diseases in Louisiana. *Louisiana Agriculture* 29:10-12.
50. **Harland, J.R and M.J, De Wet.** (1971) Toward rational classification of cultivated plants. *Taxón* 20:509-517.
51. **Hans, J.** (1999). Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación. Madrid. Pag 44.
52. **Hernández, J.** (1999): Evaluaciones INGER en materiales generados por el programa Nacional de Cuba. Reunión de Comité Asesor del INGER. Argentina.
53. **Hernández, J.; Deus, J.; Suárez, E.; Alfonso, R. y Leiva, F.: Evaluaciones del rendimiento del arroz en Cuba.** (1991). 1986 – 1990. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización. Pp. 244 – 245.
54. **Herd, R.W.** (1991) Research priorities for rice biotechnology En: *Rice Biotechnology*. GH Toenniessen y G Khush (eds). C.A.B International, Wallingford, UK. Pp. 19-54.
55. **Instituto de Suelos** (2000). Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos.
56. **Instituto de Suelos** (2003). Programa Nacional de Materia Orgánica.
57. **Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA).** (2002). Manual Arroceros Segunda Edición. La Habana, Pp 6-79.
58. **Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA).** (1998). Ministerio de la Agricultura. “Curso básico del cultivo del arroz”. La Habana.
59. **Instructivo Técnico del Arroz.** (1999). Ministerio de la Agricultura. Unión CAI Arroz. Cuba. Pp 10-52.
60. **International Rice Research Institute IRRI.** (1991). Rice grain marketing and quality issues P. O. Box 933, 1099, Manila. Philippines. Pag 66

61. **International Rice Research Institute IRRI.** (1978): Reporter. Tolerant rice's cold bringing problem soil into production. Manila. Philippines, Pp 3-78.
62. **International Rice Research Institute (IRRI).** (1993): Preparing the whorls rice bower for the next century. IRRI. Philippines.
63. **International Rice Research Institute (IRRI)...** (1994): Preparing the whorls rice bower for the next century. IRRI. Philippines.
64. **Izawa, T and T, Shimamoto.** (1996) Becoming a model plant: the importance of rice to plant science. *Trends in Plant Sciences* 1:95-99.
65. **Jennings, P.; Coffmang, W. R and Kauffman, H. E.** (1981): Mejoramiento genético de la resistencia a plagas. Mejoramiento del Arroz. CIAT. Apartado 6713, Cali, Colombia.
66. **Jembere B, D Obeng-Ofori and A, Hassanali.** (1995) Product derived from leaves of *Ocimum kilimandscharicum* (Labitae) as postharvest grain protectants against the infestation of three major stored product insect pests. *Bulletin of Entomological Research* 85:361-367.
67. **Jena, K.K and G.S, Khush.** (1990) Introgression of genes from *Oryza officinalis* Well ex Watt to cultivated rice, *O. sativa* L. *Theoretical and Applied Genetics* 80:737-745.
68. **Katayama, T.** (1951). Ine mugi no budgets kenkyu (Studies on Tillering in Rice, Wheat and Borley). Tokyo: Tokendo Publishing.
69. **Kim, J. K.** (1992): Grain yield potential of low – trillering large panicle type in rice. Korean J. Crops Sic. 37(4) Pp 361 – 371.
70. **Kratrtriger, A.** (1997) Insect resistance in crops: a case study of *Bacillus thuringiensis* (Bt) and its transfer to developing countries. *International Service for Acquisition of Agri-biotech Application Briefs 2, ISAAA, Ithaca, NY, USA.*
71. **Khusk, G.S.** (1997) Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Molecular Biology* 35:25-34.
72. **Lam, N. T.** (2003). Instrucciones y Orientaciones de las técnicas en el cultivo popular de arroz. Project de arroz popular. Familiar Vietnam. Cuba. Pag 10.
73. **Lamb, C.J; J, Ryals; E.R, Ward and R, Dixon.** (1992) Emerging strategies for enhancing crop resistance to microbial pathogens. *Biotechnology* 10:1436-1445.
74. **Lampe, k.** (1994). Prólogo al libro “A farmer's primer “on growing rice”, de Benito Vergara. IRRI; Philippines. Pp 219.

75. **Lampkin, N.** (1990). Rotation Design for Organic Systems. En Organic farming. Pub., Farming Press Book. United Kingdom: 125-160.
76. **Laulanié, H.** (1993). Le systeme de riziculture intensive malgache. Tropicultura (Brussels). 11:3. Pp 110-114.
77. **Lerch, J.** (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico Técnica, La Habana. Pag 452.
78. **López, A.** (1982). Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el ataque de *Diatraea saccharalis* a la caña de azúcar. Ciencias de la Agricultura. 12: 31-38.
79. **López, J. L.** (1991). Arroz. Cultivos herbáceos. Cereales. Madrid Ed. Mundi – Prensa. Pag 419.
80. **Lorenzo, R. y Salles, L.** (1988). Fertilización NPK y su influencia en el ataque del borer *Diatraea saccharalis* (Fab) en la caña de azúcar. Boletín ATAC 6: 9-16.
81. **Madruga, A.** (2004) Cuba por aumentar sus rendimientos arroceros. Periódico Granma, 23 de febrero del 2004. Pag 8.
82. **Martí, A. A.** (2002). Maestrías en Ciencias Agrícolas. Conferencias de Metodología de la Investigación. Centro universitario Sancti Spíritus.
83. **Martín, R.C.** (1989). Reduction of european corn borer (*Lepidoptera: Pyralidae*) damage by intercropping corn with soybean. J. Econ. Entomol. 82 (5): 1455-1459.
84. **Martínez, J.** (2000): Rendimiento agrícola y afectaciones por vaneo. Instructivo Técnico del Arroz, Instituto de Investigaciones del Arroz. Cuba.
85. **Meneses R.** (1988) Bioeconomía, ecología, daños y métodos de control de *Lissorhoptrus brevirostris* en el cultivo del arroz en Cuba. *Tesis Doctoral*. Universidad Central de Las Villas, Cuba.
86. **Mercedes, D** (2001). El enfoque ecosistémico para el desarrollo sostenible mediante la promoción de sinergias a escala nacional. Tomado del archivo de la UMA. Sancti Spíritus.
87. **Merkasi, S. L.** (2004). ¿Cómo se hace Agricultura Orgánica? <http://www.markasi.com/docuagro> Julio, 2004.
88. **Metcalf, J.F.** (1970). Studies on the effect on the nutrient status of sugar-cane fecundity of *Saccharosydne saccharivora* (Westw) (Hom: Delphacidae). Bull. Ent. Res. 2: 309-325.

89. **Molina – Ochoa, J.** (2004): “Manejo de los insectos plagas del arroz”. México.  
<http://www.ipmword.umn.edu/chapter/heinrich.htm>, Julio, 2004.
90. **Muñiz. O y R. Beltrán.** (2002): Alternativas orgánicas al uso de los fertilizantes químicos en el cultivo del arroz irrigado. Memorias. Arroz. Segundo Encuentro Internacional del arroz. Habana. Cuba. 10-12 de Julio del 2002. Pp. 34-135.
91. **Nemoto, K.; S. Morita and T. baba.** (1995) Shoot and root development in rice related to the Phyllochron. Crop Science. 35:1. Pp 24-29.
92. **Ngullen, I.; D. Nguyen.; T. Le.; R. Rodríguez y R. Sanzo.** (2003) Instrucciones y Orientaciones de las técnicas en el cultivo del arroz. Proyecto de Arroz Popular y Familiar Vietnam-Cuba. Sancti spíritus, Cuba. Folleto. 5 de Noviembre del 2003. Pp 9 – 10.
93. **Ortega Sastrigues, F.** (1975). El contenido de material orgánica y la relación carbono nitrógeno de los principales suelos pardos tropicales de Cuba. Revista agricultura I. edit. A. Ciencias.
94. **Obeke, B.** (1992) Investigations on cultural and cellulolitic activity in *Perycularia oryzae*. *Agronomie*: 325-329.
95. **Ou, S.H.** (1985). Rice diseases. Commonwealth Mycological Institute. Kew, UK.
96. **Papavizas, G.C.** (1981). Biological control in crop production. Beltsville Symp. In Agric. Res. Allanheld Osmun Pub. London. Pag 461.
97. **Pardillo, R. F** (2003). Experiencia sobre el método de siembra de siembra de arroz por transplante. Memorias Primer Forum Ramal del Cultivo del Arroz. IIA. Camaguey. Pp 1-2.
98. **Patriquin, D.G.** (1988). Aphid infestation of faba beans on an organic farm in relation to weeds, intercrops and added nitrogen. Agriculture, Ecosystems and Environment, 20: 279-288.
99. **Pathak, M.D and Z.R, Khan.** (1994) *Insect pests of rice*. International Rice Research Institute, Manila, Filipinas.
100. **Padmavathi, N.; Mahadevappa, M. and O. U. K.** (1998) Reddy. Asociation of Varius yield components in rice (*Oryza sativa* L.) Rice Adstracs, Vol. 21. No. 1. Pag 4.
101. **Perdomo, M.A.; J. González.; C, De Gálvez.; E. García. ;O. Arregoses.** (1997). Correo Boletín de la Federación Nacional de Arroceros. Tarifa Postal Reducida. Ld 132 de adpostal. Santafé de Bogota DC, Marzo del 1997.

102. **Pérez, R.; Chatel, M. y Guimarães, E.P.** (2000): Mejoramiento población de arroz en Cuba: Situación actual en E. Guimarães (ed) avances en el mejoramiento Poblacional en Arroz edición. Pp. 131 – 134,
103. **Pérez, N.** (1995). Control Biológico. Bases de la experiencia cubana. En Curso de Control Biológico de Plagas y Enfermedades de Cultivos Agrícolas. CLADES. CET-Colina. Chile. 28-30 Noviembre, Pp 27-36.
104. **Pimentel, D.** (1991). Environmental and economic effects of reducing pesticide use. Bioscience 41(6): 402-409.
105. **Phillips, R.E.; Blevins, R.L.; Thomas, G.W.; Frye, W.W. y Phillips, S.H.** (1980). No-tillage Agriculture. Science 208: 1108-1113.
106. **Price. P.W.** (1981). Semiochemicals in evolutionary time. In Semiochemicals. Their role in pest control. Ed. Nordlund, D.A, Jones, R.L and Lewis, W.J. Wiley and Sons, N.Y. Pp. 251-279.
107. **Primavesi, Ana.** (1995): Recuperación del suelo. Revista Hoja a Hoja. CECTEC. Paraguay.
108. **Puerta, F. L.** (2003). Generalización de la siembra de arroz por transplante. Memorias Primer Forum Ramal del Cultivo del Arroz. IIA. Camaguey. Pp 4-5.
109. **Pulver, E. P.** (2003) Manejo en el cultivo del arroz en FIAR, Foro arrocerero Latinoamericano. Vol 8, No.2, ejemplar 15. Pp20-21.
110. **Rajeswari, N. and Nadarajan, N.** (1998): Parent progeny regression analysis and correlation studies in rice involving cytoplasm male sterile line crosses. Rice abstracts, vol. 21, No. 2. Pag 102.
111. **Rodríguez, A. T.; Ramírez, M. A.; Ramona, M y Maria C. N.** (2002). Comparación de la actividad antifúngica de los productos derivados de quitina sobre el hongo Pyricularia grisea. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental del arroz, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba.
112. **Ríos, H.; Fernández, A.; Moya, C. y Álvarez, Martha.** (1997). La selección de variedades para condiciones de bajo insumo. Experiencias y reto. Cultivos Tropicales 18(3).
113. **Rivero, I. E.; García, J.; Yudmila, P.; García, Y. Y Rodríguez, E** (2001): Indicaciones para el manejo de las principales malezas del cultivo del arroz en Cuba. Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura, Cuba.

114. **Roy, A.K.** (1989). Biological control of *Rhizoctonia solani*. En Perspectives in Plant Pathology. Today and Tomorrow's Printers and Publishers. New Delhi: Pp 391-407.
115. **Salvador, B. D.** (2003). Utilización de un sistema intensivo de arroz con variedades tradicionales. Memorias Primer Forum Ramal del Cultivo del Arroz. IIA. Camaguey, Pp 2-3.
116. **Samayoa, A.E.** (1991): Logros y perspectivas de la investigación sobre el arroz en México. Arroz en América latina. Mejoramiento, Manejo y Comercialización, Cali, Colombia, Pp 67-75,
117. **Sanint, R. L.** (2004). (Director Ejecutivo del FLAR). En el ajedrez del arroz, no hay cabida para el azar. <http://www.flar.org/articulosopinion.htm>, enero, 2004.
118. **Sanzo, R.; R. Jiménez.; R. Saborit.; J. García y R. Rodríguez** (2002). El transplante: Una alternativa en el cultivo del arroz Burdel Jíbaro, La Sierpe. Sancti Spíritus.
119. **Sanzo, R.; R. Jiménez.; R. Saborit.; J. García y R. Rodríguez.** (2003). Arroz Popular "ABC Técnico". Folleto. Estación territorial de Investigaciones del Arroz "Sur del Jíbaro". Sancti Spíritus. Cuba. Pp 6 – 49.
120. **Sanzo, R. y González, J.F.** (2004). Comparación del sistema SICA con el transplante tradicional, trabajo enviado a publicar en el 2005.
121. **Sistema Intensivo del Cultivo Arroceros (SICA).** (2002) No. 03-1 Carta Agropecuaria arroceros.
122. **Shighan. H.** (1976) Role of soil fertility in rice production. Hukuno 43(2): Pp 18-31.
123. **Socorro, M. A. y Martín, D. S.** (1989) Granos. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. Pp 91-189.
124. **Soto, S.** (1999). Control de malezas en nicaragua. Arroz en las América, vol. 11, No. 1, Pp 7-8.
125. **Sumner, D.R.** (1982). "Crop rotation and plant productivity". In: CRC Handbook of Agricultural Productivity, Vol. I. M. Rechcigl, ed. Florida: CRC Press. Pp. 273-313.
126. **Transformando el campo cubano, Avances sostenibles de la agricultura, ACTAF** (2001), Plegable del suelo de Instituto, Dirección Camaguey Provinciana (2003).

127. **Trouche, G.** (2003). Mejoramiento poblacional participativo del arroz. Nueva metodología adaptada a las necesidades de pequeños productores de América Central y el Caribe en G. Guimarães (ed). Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América latina. Cap 6: 101 – 115.
128. **Tashiro, T. M. Ebata and M. Ishikawa.** (1980). Studies on white belly rice kernel. 7. The most vulnerable stages of kernel development for the occurrence of white belly. Japan journal of crop science 49(3). Pp482 – 488.
129. **Tejeda, L.** (2004). Rebasan producciones en popularización del arroz. A.I.N, CUBA.
130. **Toenniessen GH and G Khush.** (1991) Prospects for the future En: *Rice Biotechnology*. G.H Toenniessen y G Khush (eds.). C.A.B International. UK. Pag. 309-314.
131. **Toenniessen, G.H.** (1991). Potentially useful genes for rice genetic engineering En: *Rice Biotechnology*. GH Toenniessen y G Khush (eds.). C.A.B. International. UK. Pag. 280-309.
132. **Thurston, H.D.** (1992). Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems. Westview Press. Boulder Co.
133. **Van Emden, H.F.** (1966). Studies on the relations of insect and host plant. III. - A comparison of the reproduction of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae*: *Aphididae* on brussels sprout plants supplied with different rates of nitrogen and potassium. Ent. Exp. ET Appl. 9: 444-460.
134. **Vergara, B. S.; Venkateswarlu, B.; Janiria, M.; Ahn, J. K.; Kim, J. K. and visperas, R. M.** (1990): Rationale for a low – tillering rice plant type with high density grains. Philip. J. Crop Sci. 15(1): 33 -40.
135. **Whipps, J.M.** (1992). Status of biological diseases control in Horticulture. Biocontrol Science and Technology 2: 3-24.
136. **Yuan, I. P.** (2002). Preliminary experiences on SRI for growing super hybrid rice. Paper for International Conference on SRI. Sonya, China. April. 2002. Pp 1-4.
137. **Zadoks, J.C. and Schein, R.D.** (1979). Epidemiology and Plant Disease Management. New York: Oxford Univ. Press.

## ANEXOS-1

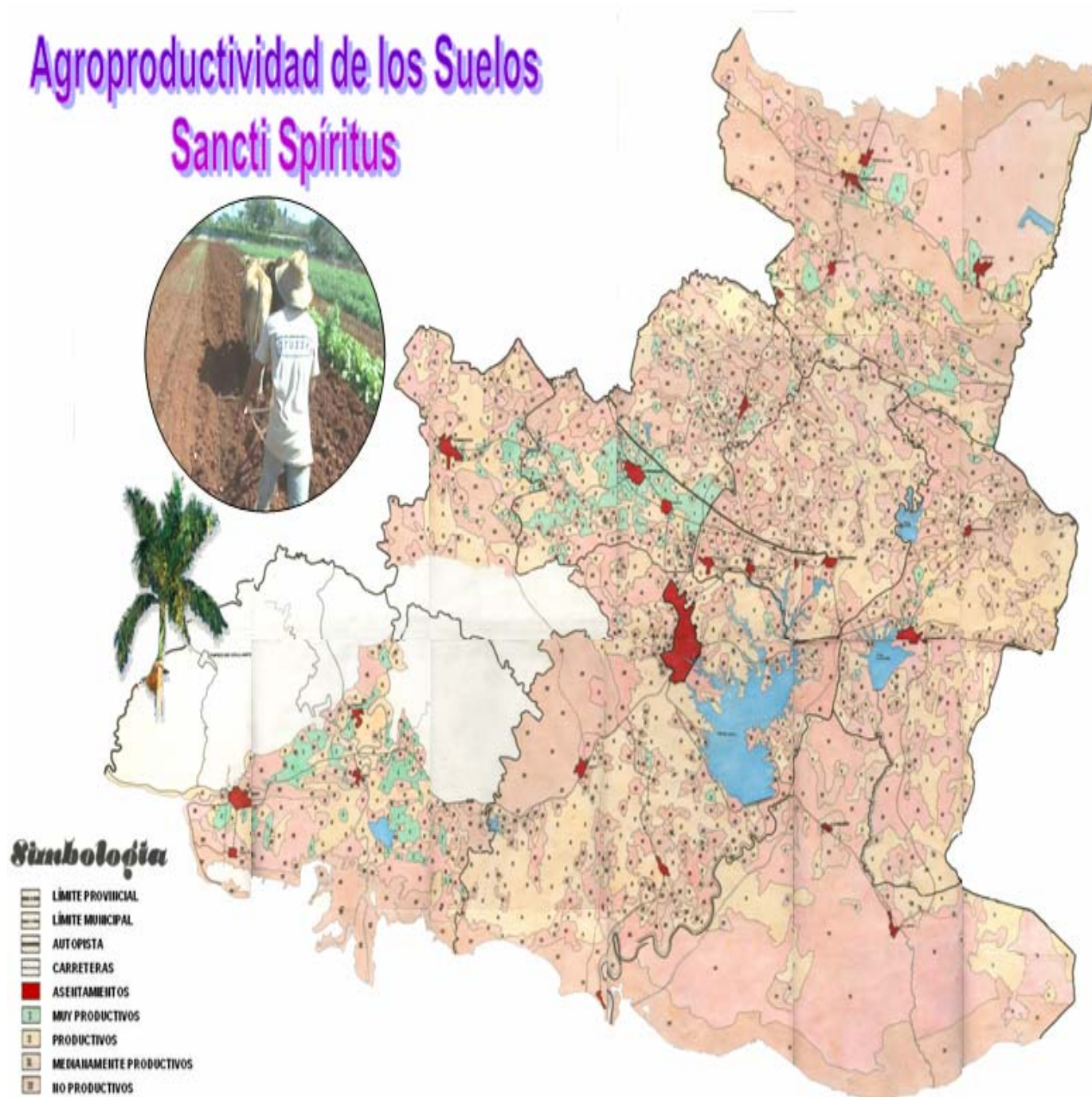
### Contratación de arroz en Cuba.

Año	Cantidad contratada (ton)	Valor contratado (millón USD\$)	Precio unitario promedio (USD\$/ton)
1990	268,577	82.0	305.31
1991	274,124	68.5	249.89
1992	285,851	83.9	293.51
1993	383,542	112.7	293.84
1994	313,783	72.5	231.05
1995	350,954	110.7	315.43
1996	368,026	133.1	361.66
1997	284,876	78.8	276.66
1998	391,489	117.7	201.28
1999	359,767	102.3	284.35
2000	415,000	88.0	212.05
2001	437,429	92.9	212.38
2002	513,208	111.3	216.87
2003	362,907	80.5	221.82

Fuente: ALIMPORT, Abril 5 de 2004. El precio unitario es un valor estimado a partir de las cantidades y sus valores.



**ANEXOS-2:** Categorías agroproductivas de los suelos en el territorio de Sancti Spíritus, año 2003.



### ANEXOS-3: Planilla de datos del productor.

ENTREVISTA CON PRODUCTOR. FECHA \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Tenencia de la tierra: CPA\_\_\_\_ CCS\_\_\_\_ Parcelero\_\_\_\_ Préstamo\_\_\_\_  
Área de siembra \_\_\_\_\_ Ha.

Método de siembra: transplante si\_\_\_\_no\_\_\_\_área\_\_\_\_edad de la postura\_\_\_\_rendimiento\_\_\_\_

Directa si\_\_\_\_no\_\_\_\_área\_\_\_\_

Rendimientos obtenidos (T/Ha) Primavera\_\_\_\_ Frío\_\_\_\_

Realiza el rebrote si\_\_\_\_no\_\_\_\_ Rendimiento\_\_\_\_

Meses de siembra desde\_\_\_\_hasta\_\_\_\_

La preparación del suelo es:

Seco\_\_\_\_ Fanguero directo\_\_\_\_ Seco-desinfección\_\_\_\_ Fanguero-doblaje\_\_\_\_

¿Qué variedades utilizan? \_\_\_\_\_

Procedencia de la semilla \_\_\_\_\_

Calidad de la semilla Buena\_\_\_\_ Mala\_\_\_\_

De acuerdo a su experiencia cual es su variedad preferida \_\_\_\_\_

porque \_\_\_\_\_

Qué densidad de siembra utilizan? (Kg/ha) Transplante semillero\_\_\_\_ directa\_\_\_\_

¿Qué fuente de abasto utiliza para el riego? \_\_\_\_\_

Mantiene lamina de agua si\_\_\_\_no\_\_\_\_

Su cultivo ha sido atacado por plagas o enfermedades:

Cuales\_\_\_\_ ¿Cómo las combate? \_\_\_\_\_

Rotan sus campos de arroz si\_\_\_\_no\_\_\_\_ Con que \_\_\_\_\_

Utilizan abonos orgánicos si\_\_\_\_no\_\_\_\_ cuales\_\_\_\_ dosis\_\_\_\_

Utilizan fertilizantes químicos si\_\_\_\_no\_\_\_\_ Cuales\_\_\_\_ dosis\_\_\_\_

Momento de aplicación \_\_\_\_\_

¿Cómo determina que el arroz está de corte? \_\_\_\_\_

¿Cómo secan el arroz? \_\_\_\_\_

¿Cómo lo guardan? \_\_\_\_\_

¿Cómo lo descascaran y blanquean al arroz? \_\_\_\_\_

**Observaciones:**

## ANEXOS-4

**Algunas de las variedades que pueden emplearse en la producción de Arroz Popular que han sido liberadas por el IIARROZ.**

Variedad	Año de Nominada	Rendimiento Agrícola (1)		Ciclo ( días)		Granos enteros	Resistencia			Ecosistema	Periodo óptimo de siembra	
		Época	Época	Época	Época		%	Togasodes	Hoja			Pyricularia
		seca	Lluvia	seca	Lluvia			oriscola	blanca			Grosea
IACuba 18	1992	8,6	5,3	124	108	59,0	R	R	MR	RIEGO	DIC - FEB 10	
IACuba 19	1992	8,2	5,7	137	119	55,6	MR	MS	MR	RIEGO	DIC - FEB 10	
IACuba 20	1993	7,1	5,2	123	106	59,8	R	MR	MR	RIEGO	DIC - FEB 10	
IACuba 23	1993	7,4	5,2	152	134	54,0	MR	S	S	RIEGO SECANO	NOV.15-DIC JUNIO15-FEB32	
IACuba 25	1993	4,8	4,0	125	110	51,0	R	MR	R	RIEGO SALINIDAD	DIC - FEB 10	
IACuba 27	1999	7,6	5,1	130	108	58,3	R	S	R	RIEGO	DIC-FEB 10	
IACuba 28	1999	8,5	6,3	136	112	54,7	I	S	MR	RIEGO RIEGO	DIC - FEB 10 JULIO	
IACuba 29	1999	6,0	4,0	143	125	52,0	R	S	S	SECANO Favorecido	DIC - FEB 13 JUN - JUL	
IACuba 30	1999	6,5	4,3	143	120	60,0	R	S	S	SECANO Favorecido	DIC - ABR 10 JUN - JUL	
Amistad 82	1986	7,2	5,6	126	111	58,0	R	S	I	RIEGO SECANO	DIC - ENR JUN- 15JUL	
J 104	1981	8,5	5,9	150	133	54,4	MR	S	S	RIEGO	DIC - FEB 10 JUN- 15 JUL	
Perla de Cuba	1991	7,3	5,7	125	110	50,0	R	MR	I	RIEGO Secano	DIC - ENR	
FUENTE	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(6)	(4), (5), (6)			(5)	(5)	
Observaciones: (1) 13,5% húmedo, R: Resistente, I: Intermedia, MR: Moderadamente												
Fuente: (4) Catalogo de Variedades Cubanas de Arroz IAA (2002), (5) Manual arrocero, IIA (2002), (6) Caracteres generales												

## Anexo- 5

### Variedades seleccionadas para cada ecosistema en la producción de Arroz Popular según IIARROZ.

Tabla No. 9. Variedades seleccionadas para cada ecosistema.			
Tipo de ecosistema	Características	Variedades	Época
1.Áreas con problemas de suelo	Salinidad, alcalinidad, acidez, toxicidad por hierro	Incuba 25 Amistad 82 J 104	2da quincena. Dic – Feb 2da quincena. Dic – Feb Todos los meses
2.áreas con baja fertilidad	Bajo contenido de materia orgánica, Fósforo, potasio, etc. Y limitaciones de agua y fertilizantes	IACuba 23 IACuba 24 IACuba 229 IACuba 30 LC 88-66	Todos los meses Todos los meses Todos los meses Todos los meses Marzo - Agosto
3. Áreas adecuadas con buena fertilidad	Sin limitaciones de fertilizantes y con un buen suministro de agua	IACuba 22 VN 2084 IACuba 28 J 104 Perla de Cuba IACuba 18 IACuba 20 IACuba 27 Amistad 82 Reforma LC 88-66 IACuba 28 J 104	Noviembre “ “ Diciembre – Febrero “ “ Febrero “ “ “ Marzo – Junio “ Julio - Agosto
4. Áreas de secano (dependientes de la lluvia)	Sin ningún suministro de agua y con limitaciones de fertilizantes.	LC 88-66 IR 1529 - ECIA	Mayo – Agosto Mayo - Agosto

Fuente: Caracteres generales de las principales variedades empleadas en la siembra popular de arroz, IIARROZ (2002).

Nombre de archivo: Tesis maestría en ciencias agricolas Panchito 5.doc  
Directorio: C:\Documents and Settings\francisco\Escritorio  
Plantilla: C:\Documents and Settings\francisco\Datos de  
programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot  
Título: Resumen  
Asunto:  
Autor: Invitado  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 21/05/2010 12:07:00  
Cambio número: 6  
Guardado el: 21/05/2010 14:10:00  
Guardado por: francisco  
Tiempo de edición: 31 minutos  
Impreso el: 21/05/2010 14:18:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 116  
Número de palabras: 30.379 (aprox.)  
Número de caracteres: 161.316 (aprox.)