

UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS  
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO INGENIERIA INDUSTRIAL



## TRABAJO DE DIPLOMA

TITULO: Propuesta de un nuevo sistema de riego en el  
CAI Sur del Jíbaro

AUTOR: LUCIANO LUMPUY ROCA

TUTOR: MSC ING. ERNESTO E. HERRERA HERNÁNDEZ

**CURSO 2012-2013**

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo proponer un nuevo sistema de riego para la producción de arroz en el CAI Sur del Jíbaro, que garantice una producción más económica y eficiente.

Nuevas barreras limitan la continuidad de los incrementos productivos por la vía de los rendimientos agrícolas debido al atraso desde el punto de vista de la estructura de los sistemas de riego existente lo que trae consigo gran esfuerzo físico de los trabajadores, altos consumos de combustibles, uso de equipos especiales (retroexcavadoras, briscoes, palas entroncadoras). Además de provocar altas pérdidas en la cosecha en los períodos lluviosos, producto a la imposibilidad de extraer el grano desde el interior de los campos hacia los viales de acceso y una afectación al suelo por el uso de estos equipos y la erosión causada por el arrastre de las aguas. Teniendo en cuenta esta situación se decidió realizar en áreas de este cultivo un sistema que resolviera en alguna medida la situación anterior, para lo que se empleo una moto niveladora para realizar un badén al centro del campo el que sustituye el canal terciario de riego y el drenaje, que lleva el agua a cada terraza, construyendo para su manejo pequeñas obras de fábrica que al abrirlas gradualmente permiten la salida del agua hacia la próxima terraza hasta llegar al final del campo.

Los principales resultados de este trabajo consisten en que al eliminar los dos canales que existían anteriormente para el riego y el drenaje se aprovecha mayor cantidad de suelo, por lo que los rendimientos aumentan, la salida del agua es gradual evitando la erosión y pérdida de coloides, el drenaje del área es más eficiente evitando los encharcamientos.

## INTRODUCCIÓN

El arroz crece en terrenos muy calurosos y húmedos. Alcanza casi un metro de altura y forma flores perfectas, con seis estambres y un solo pistilo. Los principales consumidores de arroz viven en países en vías de desarrollo con estos ambientes, por lo tanto el aumento en la producción activado por selecciones adecuada de fenotipos aparentes para estos ambiente, podría constituir una enorme contribución para aliviar la demanda de alimentos en la fracción de la población de más rápido crecimiento a nivel global en Asia y en América Latina.

La producción mundial de arroz a principios de las últimas décadas ha sido de más de 510 millones de toneladas. Los principales productores son China y la India, mientras que en Europa, son España (en las zonas de clima mediterráneo) e Italia; aunque en términos absolutos, las cosechas son muy inferiores a las de países que dedican a este cultivo extensiones enormes, pero los rendimientos están entre los más altos del mundo.

En América Latina, como en casi todas las regiones productoras de arroz, la mayor parte de la cosecha se consume localmente y algunos países sin tradición arroceras deben importar el grano, con las limitantes que impone un mercado mundial que solo comercia internacionalmente el 5% de la producción total.

El arroz es un componente permanente en la dieta del cubano, con un consumo anual cercano a 56 Kg. per cápita. En la década del 80 el aporte alimentario de este cereal representaba el 13% de las proteínas y el 15% de la energía en la dieta de los cubanos y en años recientes representa más del 18% en las proteínas y 20% de la energía. (INDUARROZ, 2005).

Es importante destacar que para elevar las producciones de arroz, basado en el mejoramiento de las variedades, hay que tener en cuenta que todo programa necesita contar con una gama de métodos que permita alcanzar el objetivo planteado como liberación de cultivos, no solo con altos rendimientos de grano en

campos, sino también con alta calidad en el molino, buena calidad culinaria y resistencia a enfermedades (Gamboa et al, 2003).

Nuevas barreras limitan la continuidad de los incrementos productivos por la vía de los rendimientos agrícolas debido al atraso desde el punto de vista de la estructura de los sistemas de riego existente lo que trae consigo gran esfuerzo físico de los trabajadores, altos consumos de combustibles, uso de equipos especiales (retroexcavadoras, briscoes, palas entroncadoras), los existentes en el CAI tienen un total deterioro y la adquisición de nuevos es altamente costosa además de provocar altas pérdidas en la cosecha en los períodos lluviosos, producto a la imposibilidad de extraer el grano desde el interior de los campos hacia los viales de acceso y una afectación al suelo por el uso de estos equipos y la erosión causada por el arrastre de las aguas. Esta situación originó la problemática científica siguiente:

El deteriorado sistema de riego en la referida entidad, limita el aumento de la producción de arroz, provocando altos consumos de agua, gastos excesivos de combustibles en la maquinaria para su mantenimiento, con afectaciones en los costos.

Problema científico:

Necesidad de una alternativa de un nuevo sistema de riego debido al alto deterioro del sistema actual.

De lo anterior se deriva como hipótesis del trabajo:

Si se propone un nuevo sistema de riego para la producción de arroz en el CAI Sur del Jíbaro, entonces permitirá garantizar una producción más económica y eficiente.

Por lo que se identificó como objetivo general:

Proponer un nuevo sistema de riego para la producción de arroz en el CAI Sur del Jíbaro, que garantice una producción más económica y eficiente.

Para el alcance del propósito anterior se trazan los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar una amplia revisión bibliográfica sobre los sistemas de riego más utilizados en el cultivo del arroz en el mundo y en Cuba.
2. Identificar el sistema de riego aplicable en áreas arroceras que garantice una producción más eficiente a partir de la conservación del suelo y el ahorro agua.
3. Evaluar el sistema de riego identificado a partir de su aplicación.

La investigación se estructura en tres capítulos: El Capítulo 1, está compuesto por el marco teórico referencial que aborda los diferentes conceptos del tema; el Capítulo 2, donde se expone la secuencia lógica de qué y cómo se realizó la investigación y en el Capítulo 3 se analizan los resultados obtenidos en la misma.

## Capítulo I: Revisión bibliográfica

En la actualidad ha cobrado importancia creciente la problemática relacionada al rendimiento agroindustrial del arroz, por los precios que este cereal ha alcanzado en el mercado mundial. En el caso cubano la cuestión adquiere mayor relevancia ya que este producto es básico en la alimentación de la población, por su importancia en la sustitución de importaciones se concibe en los lineamientos del VI Congreso del PCC como una de las prioridades del país, es por ello que esta investigación se encamina al estudio de la influencia del riego en la producción de arroz.

### 1.1 Importancia del cultivo del arroz (*Oryza sativa Lin*)

El arroz (*Oryza sativa Lin*), es el cereal más cultivado, produciéndose en 113 países del mundo y su importancia crece cada día más, debido a su industrialización y el aumento de la población mundial. La mayoría de los productores son pobres ya que cerca de las cuatro quintas partes del arroz mundial, es para consumo local. (FAO, 2004).

Induarroz (2005) citó que el arroz es el grano que registra la tercera mayor producción mundial después del maíz y del trigo. El maíz, junto con los otros granos gruesos, contribuyó con el 47,6% de la producción mundial de granos entre 1990 y 1995, el trigo con el 31,8% y el arroz con el 20,6%. Este último, constituye el principal alimento en la región más poblada y de mayor crecimiento económico como el Asia.

El rendimiento mundial del arroz para 1996 fue de 2,52 t/ha, y se proyecta que para el año 2010 será de 2,87 t/ha, con un incremento anual de 0,93%, lo que es un poco optimista si consideramos que el de 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, 2001).

Según FAO (2004), la producción mundial de arroz es de 545 millones de toneladas y se estima que para el 2025 debe ser de 700 millones de toneladas para suplir la demanda de una población con un crecimiento de 650 millones de habitantes por año, esto es el 2.5% de la población actual del mundo.

Sin embargo, más de 3.000 millones de personas, casi la mitad de la población humana, no cubren sus necesidades básicas de alimentos y nutrición y están en riesgo de enfermedades, mortandad y baja calidad de vida asociados con deficiencias de micronutrientes.

En Cuba se obtiene un rendimiento promedio de alrededor de 3 t/ha y para incrementarlo es necesario obtener variedades que se adapten mejor a cada región, época y método de siembra, pues para cada una de estas existe una respuesta varietal la cual está dada por sus características genéticas. Además, se siembran muy pocas variedades fundamentalmente en el arroz especializado, aspecto que puede provocar grandes afectaciones a la producción arroceras del país.

Madruga (2004) expresó que aumentar las producciones arroceras sobre la base de mejores rendimientos, junto con una mayor calidad de este grano, es de los objetivos que se propuso Cuba en el 2004, declarado oficialmente Año Internacional del Arroz por la Asamblea General de Naciones Unidas, teniendo en cuenta la incidencia de este cultivo en la alimentación de la humanidad y las bajas reservas que hoy tiene de ese cereal en 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 en un 10% con respecto a otros años obteniendo mayores rendimientos agrícolas e industriales, sin embargo, la producción nacional solo satisface un poco más del 50% de las necesidades por lo que se ve obligado a completar con importaciones.

## 1.2 Mejoramiento genético del arroz

Además de las implicaciones económicas a gran escala de la investigación en arroz, esta especie puede convertirse en organismo modelo en la investigación biológica por su estructura genética. El arroz es diploide,  $n = 12$  cromosomas, su genoma es el menor de las monocotiledóneas conocidas y existe una enorme colección de germoplasma (más de 120 000 accesiones alrededor del mundo).

La composición aproximada del grano es: 7,8% de proteína, 0,4% de grasa, 78,8% de carbohidratos y 0,3% de fibra, para el arroz blanco; 7,5% de proteína, 1,9% de grasa, 76,5% de carbohidratos y 0,9% de fibra, para el arroz moreno; y 7,4% de proteína, 0,3% de grasa, 81,1% de carbohidratos y 0,2% de fibra, para el arroz pierbolizado. (Induarroz, 2005).

Los programas de investigación y mejoramiento del arroz no sólo deben incluir las evaluaciones tradicionales enfocadas a los componentes de rendimiento y caracteres morfológicos, es necesario tomar en cuenta la calidad para satisfacer los gustos del consumidor (Llarraza, 2002).

(Livore, 2004). plantea que: “el arroz es el único cereal que se consume como tal, sin más procesamiento que descascarado y pulido”. La integridad del grano durante ese proceso determina la denominada calidad industrial; su comportamiento durante y después de la cocción caracteriza su calidad culinaria. La primera es universal y tiene su normalización, la segunda es absolutamente dependiente de los hábitos culturales.

En el caso del arroz el control de calidad en el mercado debe empezar con la selección de las variedades a cultivar, que junto con un manejo cuidadoso, asegurarán una buena calidad del producto final. Por ello, es necesario conocer cuáles son las características de una variedad en aquellos atributos que caracterizan su calidad (León y Carreres, 2002).

Los determinantes de la calidad y apariencia del grano, de arroz incluyen caracteres tales como: el rendimiento en grano entero, el porcentaje de granos yesosos y con centro blanco, la longitud, el grosor y la forma del grano (estimada

como relación entre la longitud y el grosor del grano). Según estudios realizados por Lanceras (2002) y Yan (2003), en la apariencia del grano pulido participan decisivamente las dimensiones y forma del grano, las características de perlado y su blancura. La forma y tamaño del grano son características varietales que influyen en muchas fases del proceso, manejo y comercialización.

La medida de la longitud y la relación longitud - anchura del grosor son la base para la clasificación del tipo de grano (León y Carreres, 2002). Existen 4 tipos de granos de acuerdo con sus dimensiones: el grano largo fino con la longitud mayor a 6 mm y un ancho menor a 2 mm; el grano largo ancho con longitud mayor de 6 mm y ancho mayor de 3 mm; el grano mediano posee una longitud entre 5-6 mm y un ancho entre 2,5 - 3 mm; el grano corto es aquel que posee una longitud menor de 5mm y un ancho mayor de 2,5 mm también llamado grano redondo (Livore, 2004).

Las dimensiones del grano son atributos muy condicionados por la genética de la variedad, con escasa o nula influencia de las condiciones que acontecen durante su desarrollo, lo que reafirma su importancia como criterios de calidad (León y Carreres, 2002).

Esto hace que el grano sea más frágil y se rompa con más facilidad que el grano cristalino con gránulos poliédricos y empaquetados apretados. (Web, 1991).

De la Loma (1973) expresó que para iniciar cualquier programa de mejora de plantas, con el fin de obtener variedades o tipos de mayor valor, es necesario partir de un material ya existente para someterlo a los trabajos que cada método implique; este material puede existir en variedades comerciales, sean locales o de otro origen, en variedades mejoradas, obtenidas en la región a que se destine el tipo que se pretende formar o en otros países y por último en formas vegetales espontáneas de la misma especie o del mismo género.

El rendimiento agrícola es una característica genética heredable que se expresa en mayor o menor grado en dependencia de la influencia de factores ecológicos que afectan la total expresión genética de este carácter. (Pérez et al., 2000).

Soto (1999) señaló que la expresión del potencial de rendimiento de una variedad depende en gran medida del manejo agronómico que se le dé, si este es adecuado y las condiciones ambientales son favorables, esa expresión será máxima.

La resistencia al acamado facilita la cosecha, tanto manual como mecanizada y además evita que las panículas entren en contacto con el suelo deteriorándose y disminuyendo la calidad del arroz aunque la resistencia al acamado es una característica varietal está muy influenciada por el manejo de agua, las altas dosis de fertilización nitrogenada, las altas densidades de siembra, etc. (El Arroz, 2009).

El número de hijos que una planta puede producir, a pesar de estar genéticamente determinado, puede variar en dependencia de prácticas culturales como altura de la lámina de agua, densidad de siembra y la nutrición mineral, entre otros. El vigor de los hijos producidos por la planta, el tamaño y peso de los granos, así como el número de granos totales y llenos que se forman en cada panícula varía de acuerdo con su orden de aparición independientemente de que las condiciones de desarrollo de la planta hayan sido adecuadas.

Si las plantas se han desarrollado en condiciones adversas los hijos menos vigorosos serán los que experimentarán las mayores variaciones, mientras que los hijos más vigorosos producirán panículas más densas, con más granos llenos y de mayor densidad. (Kim, 1992).

El **IRRI** (1991) señaló que el proceso de fisuración ocurre después de que el grano alcanza su madurez en la planta, donde comienza a ceder agua al medio, llegando a valores críticos de contenido de agua donde el grano empieza a fisurarse, produciéndose un incremento de granos partidos durante el proceso de molinado disminuyendo la calidad comercial de la variedad.

Andrade (1991) expresó que la entrega de variedades y la difusión de la tecnología de manejo del cultivo son fundamentales para incrementar el rendimiento del arroz.

Algunos autores refieren que el rendimiento se establece en función de sus componentes: número de panículas, número de espiguillas por panículas, porcentaje de espiguillas llenas y peso de los 1000 granos (López, 1991).

Investigaciones más recientes muestran un efecto positivo directo de las panículas y granos llenos de éstas sobre el rendimiento. (Padmavathi et al., 1998).

Jennings (2002) expresó que la nueva estrategia de mejoramiento propone la extensión del período de fotosíntesis activa a través de la permanencia verde (stay green) del follaje como medio para incrementar el potencial del rendimiento.

Siendo el rendimiento de granos un carácter cuantitativo gobernado por un número de genes menores, la probabilidad de encontrar en individuos en cualquier generación semejante que tenga todos los alelos favorables, es muy remota y disminuye en la medida que se aumente la generación en consideración. (Rangel et al., 2003)

La longitud del grano en el arroz es la medida en milímetro y su tamaño es altamente heredable de manera cuantitativa en la mayoría de los ambientes. (Martínez et al., 2003).

Ospina et al., (2003) expresó que la altura de las plantas es una de las características más fáciles para la selección visual, y es muy importante para la realización de las prácticas de cosechas y el rendimiento del grano pues está directamente relacionada con el acame de estas.

### 1.3 Plagas y enfermedades del arroz

Aunque se ha informado la existencia de aproximadamente 74 enfermedades asociadas con el cultivo del arroz, se considera que cerca de una docena limitan su producción en América. La mayoría de estas enfermedades son causadas por

hongos. Entre ellas se mencionan *Piricularia*, (*Piricularia oryzae* Muir), helmintosporiosis (estado conidial de *Helminthosporium oryzae*) y escaldado de la hoja (estado conidial de *Rhynchosporium oryzae*), que son las más ampliamente diseminadas.

Una de las enfermedades más importantes históricamente ha sido la piriculariosis producida por el hongo *P. grisea*, también considerada la más importante en América Latina y el mundo, debido a su capacidad destructiva que en condiciones favorables llega a ser hasta un 80%.

Constituye el principal problema fitopatológico del arroz, debido a que el hongo manifiesta gran capacidad destructiva y desarrolla rápida adaptabilidad en las nuevas variedades y a los fungicidas específicos. Los ataques críticos ocurren en plántulas y floración; las lesiones foliares típicas son alargadas con extremos puntiagudos, de bordes marrón-rojizo y centros grisáceos.

La extensión y confluencia de varias manchas producen secamiento parcial o total de la lámina foliar. Las lesiones paniculares se localizan en el pedúnculo, ramificaciones y estructuras florales. Comúnmente la infección ocurre en la base de la panícula (cuello o nudo ciliar) provocando el necrosamiento y estrangulamiento del área afectada.

Los ataques tempranos, antes de emerger la panícula, originan granos vanos; mientras que los tardíos, los producen livianos y yesosos.

Existen algunas estrategias para el control de la enfermedad como son la resistencia varietal, algunas medidas fitotécnicas y el control químico, que es el más utilizado, donde se usan plaguicidas cada vez más tóxicos para el hombre y ambiente, además de ser caros y de eficiencia inestable. (Rodríguez et al., 2002).

Según Vales (1994), para que la resistencia a *Piricularia* sea estable y duradera debe ser: general en lo que se refiere al espectro de las razas fisiológicas del hongo; controlada por varios genes; parcial (toda resistencia completa es

específica para una o algunas razas del patógeno); y estable, en relación con las diferentes condiciones ambientales.

Manejo fitotécnico caracterizado por densidad de siembra no superior a 150 plantas por metro cuadrado, dosificaciones de nitrógeno así como la aplicación de potasio dependiendo de los requerimientos del arroz y adecuado manejo del agua, basado en aumentar la lámina de agua cuando hay incidencia de la enfermedad. Tratamiento químico a la semilla. Controlar piricularia foliar en las primeras etapas de la planta a través del tratamiento de semilla con Bim (tricyclazone) en tratamiento a la semilla con (Bim; 2.0 g p.c. /Kg. sem.). Incorporar los restos de vegetales al suelo en los campos infectados. Quema de los rastrojos cuando la infección fue intensa. Tratamiento químico con precisión, del momento tipo de productos y dosis.

El desarrollo de variedades resistentes ha sido uno de los medios más preferidos para el control de esta enfermedad, sin embargo, la resistencia ha tenido poca duración. Una de las posibles razones de esa ruptura es el seguimiento de nuevos fenotipos de hongos compatibles con los genes de resistencia liberados.

Otra razón muy común es la falta de métodos de campo adecuados para la evaluación y la selección de líneas segregantes; con frecuencia los métodos más usados permiten que las líneas escapen a la acción del hongo, entonces ellas se liberan como variedades resistentes cuando en realidad son susceptibles a los patógenos existentes. (Correa et al., 1997).

En el caso del hongo *P. grisea*, la estrategia de control debe basarse en la rotación de variedades con adecuado nivel de tolerancia a la enfermedad. Teniendo en cuenta además que la diversidad varietal constituye una de las principales premisas para lograr el incremento de los rendimientos. (Ríos et al., 1997).

Muchos genes están involucrados en la resistencia a *P. grisea* existiendo una marcada interacción genotipo – ambiente en la manifestación de la resistencia

(Cárdenas et al., 2002) dado por la existencia de diferentes rasas del patógeno lo que a su vez dificulta la obtención de variedades resistentes a la enfermedad.

La Hoja blanca es la única enfermedad del arroz de origen viral conocida en Latinoamérica, cuyo agente transmisor es el insecto saltahoja llamado sogata (*Sogatodes orizicola*). Aún cuando en la actualidad su intensidad es baja, la presencia del agente causal y de insecto vector sitúa esta enfermedad como una de las más importantes, además del efecto devastador de la misma. (Rodríguez y Nass, 1991).

En los últimos años, los daños ocasionados por *T. orizicolus* y el VHB (Virus de la Hoja Blanca) se ha incrementado, fundamentalmente en varios países de América Latina, incluyendo dentro de éstos a Colombia, lo que ha motivado que los agricultores apliquen diferentes métodos para el control de *T. orizicolus* dentro de estos, siembras de variedades resistentes. (Meneses et al., 2002).

Panda y Khush (1995) plantearon que existen factores bióticos y abióticos que pueden influenciar sobre la magnitud y la expresión de una plaga frente a una variedad; esto ocurre directamente al afectarse los procesos fisiológicos de la planta o indirectamente influyendo sobre la población de la plaga y el nivel de daño que ésta produce.

Varios autores señalan los factores del clima, edáficos, manejo del cultivo y las características de la plaga como determinantes del comportamiento de determinada variedad en el contexto del manejo integrado de plagas (MIP). (Ramos y Del Valle, 1997).

El **IRRI**, (1996), planteó un sistema de evaluación por escala para el daño de varios insectos, enfermedades y caracteres agronómicos.

El arroz cultivado en los países tropicales está expuesto permanentemente al ataque de diferentes plagas, las que se incrementaron a partir del empleo de variedades índicas semienanas altamente exigentes en nitrógeno, a lo que se

agregan las altas densidades de siembra y alto porcentaje de una misma variedad, que traen consigo un mayor riesgo para la producción. (Alfonso et al., 2000).

En Cuba, la *sogata* constituye un enemigo potencial, pues aún existe en los campos y en la década de los 70 causó grandes daños a la economía del país, por lo que la resistencia a dicho insecto constituye un criterio de selección, excluyente, a la hora de validar una variedad de arroz para llevarla a la producción arrocerera.

#### 1.4 Características de la variedad de arroz utilizada (LP-7)

La variedad LP-7 presenta un tipo de planta índica, semienana, con hojas de color verde intenso, buen vigor inicial y alta capacidad de ahijamiento, se destaca por su alto potencial de rendimiento agrícola tallo fuerte y resistente al acamado, buen vigor inicial. Su altura es generalmente de 114 cm, en dependencia de la localidad del cultivo y fecha de siembra, el ciclo de germinación a cosecha es entre 130-150 días en la campaña de frío y 110-125 en la campaña de primavera.

Otras características de la variedad son:

- Maduración uniforme
- Exención de la panícula completa
- Hoja bandera en posición de 0 a 10 grados
- Parámetros de humedad de corte 18 a 26%

Esta variedad presenta un buen comportamiento ante la presencia de *Sogatodes orizicola* que el resto de las variedades utilizadas en la composición varietal del Programa Arrocerero. (Instituto de Investigaciones del Arroz, 2010)

#### 1.5 Prácticas agrícolas utilizadas en el cultivo del arroz

Existen diferentes prácticas agrícolas, que aceleran el proceso de erosión tales como: siembras a favor de la pendiente, araduras profundas, el monocultivo, el uso de agroquímicos, la quema de los pastos, dejar el suelo descubierto mucho tiempo, la no incorporación de materia orgánica, el no uso de barreras vivas, el

sobre pastoreo, la falta de una conciencia forestal, el exceso de encalado; en relación directa a la fisiografía del terreno. Se debe tener presente que la erosión del suelo no sólo se produce por efecto de la pendiente y la escorrentía, sino también por el mal uso del riego, que incluso en lugares de baja pendiente puede empezar a llevar el horizonte superficial del suelo. Para controlar la erosión es necesario conocer la capacidad de uso de cada suelo, para lo cual mantener la cobertura general es una medida fundamental. Existe pues, una obligación de desarrollar e incrementar práctica de conservación de suelo, como un elemento importante a considerar en la agricultura. Práctica de siembra a curvas de nivel, formación lenta de terraza, construcción de terraza, la labranza mínima, construcción de terraza con muros de piedra, zanjas de infiltración, uso de barreras vivas - productivas, agroforestería, asociación y/o rotación de cultivos, abonos verdes, no quema de pastos, cortina rompevientos, entre otros, deben ser considerados en la implementación de la agricultura ecológica dentro de la unidad productiva.(Clasificación Genética de los suelos, 1994); (Cairo y Fundora, 2005); (Pacheco y Alonso, 2006); (González, Álvarez y Alonso, 2007) .

La agricultura moderna demanda más de un cultivar con un rendimiento promedio satisfactorio sobre un alto rango de condiciones ambientales por lo que la habilidad de algunos cultivares en presentar buen comportamiento ante estos rangos de ambiente es altamente apreciada por los agrónomos y mejoradores. (Deus et al., 1985).

La producción de arroz en América Latina, se realiza bajo el sistema de secano con todas las limitantes inherentes de este, lo que condiciona una baja productividad. Una de las limitantes principales de producción es la falta de variedades adaptadas a las condiciones de secano con buena productividad y calidad molinera. (Paz, 1998).

#### 1.6 Sistemas de riego por inundación utilizados en el cultivo del arroz

El movimiento del agua en el riego por inundación se produce en sentido vertical, el volumen de agua aplicado debe ser tal que sature el suelo y, además, se forma

una lámina de agua sobre la superficie, de lo que se deduce que el riego por inundación descansa sobre el principio de filtración vertical. (Pacheco, et al 2006)

Diferentes sistemas de riego por inundación:

Sistema primitivo o no ingeniero

En este tipo de sistema las terrazas están dispuestas de acuerdo con el relieve y sin ningún orden, el agua pasa de una terraza a la otra sin canales de drenaje y no hay construida obras de fábrica.

Sistema semiingeniero para el riego del arroz

En este tipo de sistema las obras de fábrica y los canales están construidos hasta el canal secundario de riego, pero no existe red terciaria, por lo que no existen obras de entrega y drenaje en cada terraza.

Sistema ingeniero para el riego del arroz

El sistema de riego ingeniero por inundación aplicado al riego del arroz trae implícito la construcción de todas las obras de fabricas incluidas las de entrega y drenaje individuales. La nivelación de las terrazas a una misma cota altimétrica (pendiente cero).

Conclusiones parciales

- Se estudiaron diferentes variedades de arroz, teniendo en cuenta las plagas y enfermedades que en cuba se presentan.
- Se estudiaron diferentes tipos de riegos y se compararon con sus ventajas y desventajas.

## Capítulo II- Desarrollo de la investigación

A partir del marco teórico referencial, expuesto en el anterior capítulo y cuyo hilo conductor se muestra en la figura 2.1, se establecen las bases científicas para dar respuesta al problema definido en la presente investigación.

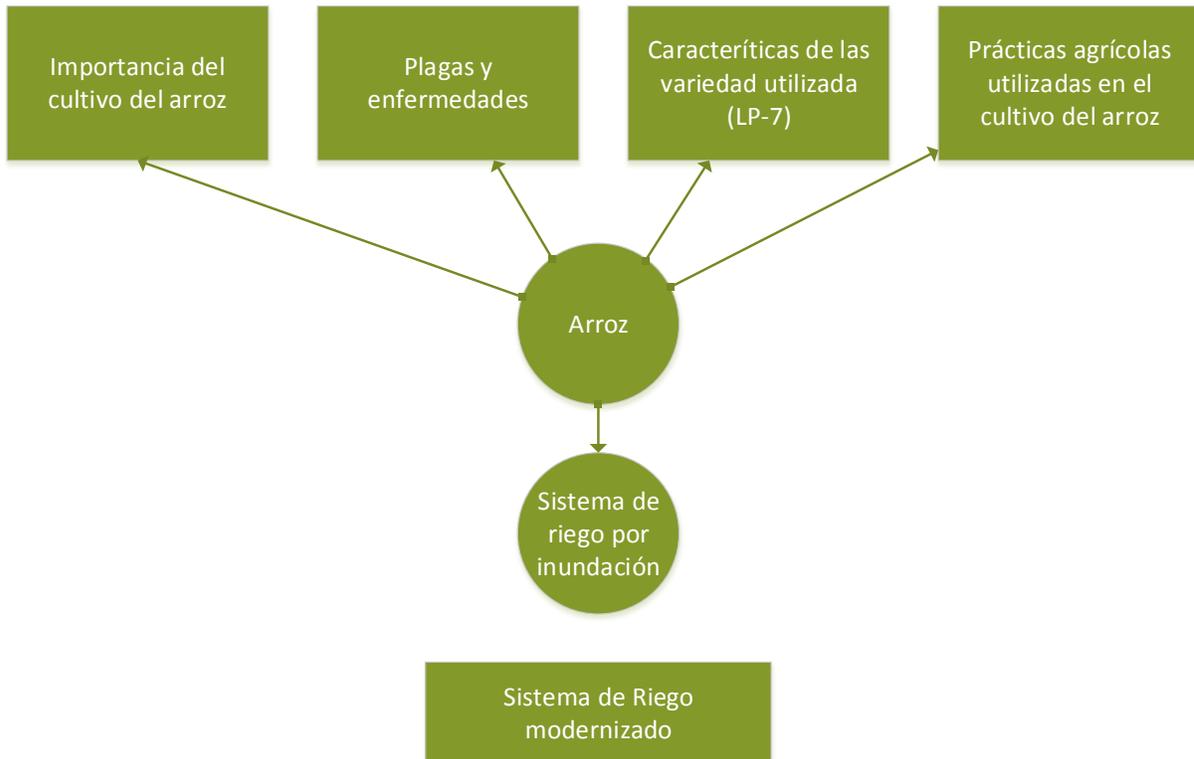


Figura 2.1. Hilo conductor de la investigación

Fuente: Elaboración propia

### 2.1 Caracterización del CAI “Sur del Jíbaro”

La CAI “Sur del Jíbaro”, está situada en la parte sur de la provincia de Sancti Spíritus, tiene una extensión de 6250 caballerías, equivalentes a 83 875 hectáreas (ha), de las cuales dedica al cultivo del arroz 27 217 ha, 20 130 ha a la ganadería mayor y menor, y 2050 ha a los cultivos varios. (Anexo 1).

La CAI “Sur del Jíbaro” tiene como misión producir, beneficiar, procesar industrialmente y comercializar de forma mayorista y minorista en moneda nacional arroz y los subproductos de este; carne, leche y sus derivados, e

incentivar las producciones populares agropecuarias, así como las ventas en frontera en moneda libremente convertible en forma mayorista, para satisfacer el autofinanciamiento, todo ello con un alto grado de profesionalidad y calidad, así como la reducción gradual de los costos de producción y manteniendo la contabilidad certificada. Prestar servicios de industria mecánica, transporte e insumos de la producción agropecuaria e industrial, así como a terceros en la asistencia técnica, productiva y de construcción, logrando también la satisfacción de los trabajadores y sus familiares. Incrementar el trabajo de forma masiva de la ciencia y la técnica en función del desarrollo de la entidad, eliminando los focos y disminuyendo la carga contaminante del medio ambiente; logrando implantar las normas de gestión de la calidad y certificar los productos en CUC con las normas ISO 9000. Contribuir a la cultura general, laboral e integral capacitando a nuestros trabajadores e incorporándolos a la lucha por la batalla de ideas y al enfrentamiento de la corrupción y las ilegalidades y las tareas de la defensa.

En la actualidad se está implementando el proceso de perfeccionamiento empresarial, se realizó un diagnóstico del proceso de implementación en todas las UEB, donde se realizó un consolidado enmarcando un grupo de medidas encaminadas a seguir mejorando el funcionamiento del proceso, el que abarcó la totalidad de los subsistemas del expediente de perfeccionamiento con un total de 83 medidas siendo en su mayoría de carácter funcional influyendo en la mala aplicación de los reglamentos y diferentes sistemas de controles que establecen el proceso. Dentro de otros, han tenido mayor incidencia los subsistemas de métodos y estilo de dirección y política laboral y salarial, por la gran documentación que implican, también el de organización de la producción y los servicios, predominado por los recursos materiales.

Cada UEB tiene su diagnóstico el cual deberá darle seguimiento en sus consejos de direcciones con la profundidad y rigor necesarios teniendo definido el estado de cumplimiento de cada medida.

En cuanto al estudio de las bases generales del perfeccionamiento empresarial se elaboró un programa dirigido a todos los trabajadores del sistema el que tendrá

lugar todos los martes durante el día en el aula de capacitación de la empresa teniendo que garantizar cada director la asistencia de sus trabajadores según programa.

Además, con el asesoramiento de la Universidad “José Martí” de Sancti Spíritus, se diseñó la estrategia empresarial, la cual está en proceso de implementación. Mediante el diseño se obtuvo el problema estratégico: si se incrementa la inestabilidad en el abastecimiento de recursos fundamentales en tiempo real, la no asignación de fuerza calificada a la empresa y la no aprobación de inversiones que limita el acceso a tecnología de punta y continúan las dificultades con la calidad de las producciones, la falta de profesionales en tareas directivas y de producción y la falta de una infraestructura con destino a las ventas en turismo, entonces esto traerá como consecuencia que no se pueda hacer valer la buena infraestructura para la producción de arroz, los resultados económicos positivos y la fuerza laboral estable y con sentido de pertenencia, por lo que no se podrá aprovechar las convocatorias de proyectos internacionales, el crecimiento del turismo y el sector emergente, así como el incremento de la demanda de arroz por déficit de producción en el mercado internacional. Y como solución estratégica: para disminuir el efecto del problema estratégico general es necesario aprovechar al máximo las convocatorias de proyectos internacionales, el crecimiento del turismo y el sector emergente, así como el incremento de la demanda de arroz por déficit de producción en el mercado internacional, mediante la potenciación de la infraestructura para la producción de arroz, los resultados económicos positivos y la fuerza laboral estable y con sentido de pertenencia, y de esta forma poder atenuar las dificultades con la calidad de las producciones, la falta de profesionales en tareas directivas y de producción y la falta de una infraestructura con destino a las ventas en turismo y a la vez minimizar los efectos de la inestabilidad en el abastecimiento de recursos fundamentales en tiempo real, la no asignación de fuerza calificada a la Empresa y la no aprobación de inversiones que limita el acceso a tecnología de punta.

Con la estrategia está definida la visión de empresa, los objetivos de trabajo anuales y a tres años vistas en los adelante, se definen los diferentes escenarios por los que puede transitar la organización entre otros elementos de vital importancia para poder dirigir al nivel que se requiere en un empresa tan amplia. La misma ha tenido aceptación por parte de la dirección y los trabajadores, aunque en la actualidad se está pensando en el rediseño de la misma. (Estrategia 2011-2016 Empresa Agroindustrial Sur del Jíbaro)

### Visión

Es una organización con incremento sostenido de las producciones de arroz, pecuarias y de cultivos varios, sobre la base de la introducción de tecnología de punta y la motivación y compromiso de nuestros trabajadores. Estas posibilidades, unidas a la alta preparación y profesionalidad del personal y la rentabilidad económica de la empresa, la ubican como líder del mercado nacional, avalados por el reconocimiento de los clientes de la calidad y excelencia de los productos y servicios.

Para darle cumplimiento a la visión de la empresa se trabajará en los siguientes objetivos estratégicos:

1. Centralizar las finanzas.
2. Sustitución de la tecnología obsoleta según plan y prioridad.
3. Incrementar la matrícula, para el 2010, 285 trabajadores en la universidad.
4. Remotorizar el 40% del parque del transporte de carga y un % de la maquinaria.
5. Capacitación según el diagnóstico de las necesidades actuales.
6. Sembrar el 100% de las áreas cultivables de cultivos varios y el 90% de las de arroz.
7. Introducción de nuevas variedades.
8. Alcanzar el 100% del nivel medio y superior en directivos y técnicos.
9. Lograr que el secadero queme con cascarilla.

10. Certificación del laboratorio con las normas ISO-9000, así como en los molinos Manolo Solano y Las Nuevas.
11. Recuperar 300 cab., 100 de arroz y 200 de ganadería.
12. Crear 2 casas de cultivos protegidos.
13. Electrificar 15,0 cab. en cultivos varios.
14. Lograr 3.5 millones de pesos en MLC.
15. Producir 35 mil toneladas de arroz especializado, 6 mil toneladas de arroz popular en la empresa y 34 mil toneladas de arroz popular en la Provincia.
16. Capacitar a los directivos en técnicas de dirección.
17. Atención al hombre: mejorar la villa vacacional, la vivienda, los medios de protección, la ropa y el calzado y remotorizar el transporte de trabajadores.
18. Perfeccionar y dar autoridad al sistema de seguridad y protección.
19. Mejorar la comunicación.

Los indicadores presentan tendencias variable, en algunos años son mejores, en otros menos favorables, generalmente se cumple el plan establecido. La empresa presenta una total dependencia de los cambios climatológicos y han sido afectados por la sequía imperante en el territorio. Todos estos aspectos conforman las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que se exponen a continuación:

#### Debilidades

1. Insuficientes producción de cultivos varios.
2. Poco aseguramiento técnico en talleres.
3. Poco aprovechamiento de la capacidad instalada
4. No contar con un sistema que permita utilizar los pozos para la extracción del agua subterránea.
5. No contar con un buen sistema de comunicación con las unidades productivas.
6. Déficit de piezas de repuesto e insumos de la producción
7. Contamos con tecnologías obsoletas en algunas líneas de maquinaria.

8. Pocas condiciones materiales dadas a la falta de combustibles para el mantenimiento de las áreas ganaderas.
9. Aplicación de las normas de consumo de los insumos de la producción y servicios.
10. Deterioro de los sistema de riego.
11. No se cuenta con una red de comunicación interna eficiente.
12. Las áreas de cultivos varios están muy dispersas en la mayoría de las unidades.
13. Las producciones de arroz no están rindiendo lo planificado.
14. No tiene estabilidad para el tiro de materia prima hacia las industrias que dependen de ella.
15. Falta de transporte para el tiro de arroz cáscara

#### Amenazas

1. Fluctuación de obreros para el sector privado.
2. Estado actual de los sistemas de riego y viales.
3. Situación climática que atraviesa nuestro país.
4. Inversiones limitadas para el desarrollo del programa arrocero.
5. Bajo nivel de agua en la presa Zaza.
6. Diferencia de los precios en el sector estatal y en el privado.

#### Fortalezas

1. La situación geográfica y disponibilidad de recursos hidráulicos.
2. La producción de arroz húmedo
3. Diversificación de las producciones.
4. Precios ventajosos de las producciones agropecuarias e industriales.
5. Buenos suelos e infraestructura de riego en todas sus áreas para el cultivo del arroz.
6. Renovación gradual de equipos industriales para el beneficio del arroz.
7. La capacidad de las instalaciones industriales y de almacenamiento.
8. Contar con un capital humano y cuadros preparados y muy trabajadores.

9. Contar con un buen sistema de atención al hombre (villa vacacional y tienda de estímulos)
10. Prestación de servicios a la base productiva.
11. Existencia de un aula de capacitación.
12. Compra de equipos con tecnologías de avanzada.
13. Reanimación del transporte con tecnologías de avanzada.
14. Buenas extensiones de forrajes en áreas ganaderas.
15. La garantía de la materia prima.
16. Tecnologías modernas en gran parte de la empresa, con la introducción de modernos sistemas de comunicación y el montaje de nuevos molinos arroceros.

Se puede concluir que el número de fortalezas respecto al ciclo estratégico anterior aumenta en la empresa, ello se debe a la cultura obtenida en estos años en cuanto a la identificación de los aspectos positivos y al propio desarrollo de la Empresa “Sur del Jíbaro”

#### Oportunidades

1. El precio del arroz en el mercado.
2. El abasto de agua.
3. El mercado en divisa de arroz.
4. Tener acceso a la universalización y otros centros tecnológicos.
5. Estar ubicados geográficamente al sur de la provincia.
6. Mercados seguros para las ofertas en CUC de arroz.
7. Contar con una presa que responda a las necesidades de la empresa.
8. La falta de otra empresa con las mismas características.

#### 2.2 Caracterización de la UBPCA Las Nuevas

La estructura de la dirección de la UBPC está formada por un Administrador, el Asesor Jurídico y 7 Jefes de Departamentos ubicados en los Departamentos de Producción, Recursos Humanos, Economía, Maquinaria, Aseguramiento, Ganadería y Autoconsumo.(Anexo 2)

La misión de dicha UBPCA es garantizar la producción y comercialización de productos agropecuarios en moneda nacional y la producción fundamental es el arroz cáscara húmedo para el consumo nacional y la producción de semilla de arroz, así como la ceba de ganado vacuno y en menor escala la producción de cultivos varios para el autoabastecimiento.

Para acometer esta actividad la UBPCA cuenta con los lotes arroceros agrupados en un área de 7073,59 hectáreas que rotan según corresponda a la campaña arrocera, una granja de autoconsumo dedicada a los cultivos varios con 67,0 ha y 2881,0 ha dedicadas a la ganadería y la cría de patos. Además tiene una pista de aviación con el objetivo de garantizar las atenciones culturales a sus cultivos, así como otras instalaciones: 3 talleres de maquinaria, un comedor central, el almacén de insumos, una nave de cría porcina y la oficina.

Los lotes arroceros son la base productiva de la UBPC, los que tienen una estructura de riego por gravedad (sistema de riego semi-ingeniero) que parte desde los embalses de los complejos Jatibonico y Zaza, llegando a través del canal magistral hasta el canal primario, que conduce el agua a la UBPC y de allí al canal secundario del lote, que mediante los hidromecanismos necesarios la entrega a la red terciaria de los campos, los que están estructurados en terrazas planas con diques y muros que permiten el aniego como forma de riego ideal para el cultivo del arroz. Además poseen una red de drenaje compuesta por un canal terciario y uno secundario, que descarga al canal primario que conduce el líquido sobrante al canal costero. (Anexo 3)

### 2.3 Características principales del sistema de riego actual utilizado en la UBPCA Las Nuevas.

Para conocer las principales causas que inciden en el creciente deterioro de los sistemas de riego en la UBPCA Las Nuevas, se realiza una tormenta de ideas ....., y luego ..... el diagrama causa efecto.....

## Tormenta de ideas

### Concepto

El brainstorming (tormenta o lluvia de ideas) es una herramienta utilizada para posibilitar la generación de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, y la presentación ordenada de éstas.

### Ventajas

La tormenta, o lluvia, de ideas posee una serie de características que la hacen muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema, acciones a tomar, o cualquier otra cuestión. Una observación añadida es que este método sirve de entrada, o de fase previa, para otras técnicas de análisis.

### Utilidades

- Estimula la creatividad. Ayudando a romper con ideas antiguas o estereotipadas.
- Produce un amplio número de ideas. A los componentes del grupo se les anima a expresar las ideas que vienen a su mente sin ningún prejuicio ni crítica. Este acriticismo debe extenderse a las ideas expresadas por los otros.
- Permite la implicación de todos los miembros del equipo. Se construye un entorno que hace posible la participación de todos.

## Diagrama de Ishikawa

### Concepto

El diagrama de Ishikawa, o diagrama causa-efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

## Ventajas

Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.

Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.

Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.

Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

## Utilidades

- Identificar las causas-raíz, o causas principales, de un problema o efecto.
- Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

### 2.3.1 Desventajas del sistema de riego utilizado en La UBPCA Las Nuevas

Para determinar las desventajas del actual sistema de riego utilizado en la unidad, se utiliza el método de observación.

#### Método de observación

Método de la observación científica: Fue el primer método utilizado por los científicos y en la actualidad continua siendo su instrumento universal. Permite conocer la realidad mediante la sensopercepción directa de entes y procesos, para lo cual debe poseer algunas cualidades que le dan un carácter distintivo. Es el más característico en las ciencias descriptivas.

#### Características

- Es un método efectivo: se ocupa de los hechos que realmente acontecen.
- Se vale de la verificación empírica: no pone a prueba las hipótesis mediante el mero sentido común o el dogmatismo filosófico o religioso, sino mediante una cuidadosa contrastación por medio de la percepción.

- Es autocorrectivo y progresivo. La ciencia se construye a partir de la superación gradual de sus errores. No considera sus conclusiones infalibles o finales. El método está abierto a la incorporación de nuevos conocimientos y procedimientos con el fin de asegurar un mejor acercamiento a la verdad.

### Clasificación

Forma parte de los métodos empíricos.

El sistema de riego utilizado en La UBPCA Las Nuevas es el semi-ingeniero y tiene las siguientes desventajas:

- El uso del tenedor para picar manualmente el dique.
- Trabajo manual en la confección de los volteos a las taillas, hacer y tapar muros en los canales de riego y drenaje y piquetes en los diques.
- Uso del Brisco para limpiar los canales terciarios de riego y drenaje que incurre en un gasto de \$ 5 500, 00,
- El trabajo de la pala entroncadoras en los diques que consume combustible
- El uso de un equipo para excavar en este caso la 2621 en la confección de traillas en los canales
- Se utiliza el bulldózer en los pases de combinadas que es un equipo de alta potencia, gasta mucho combustible, ya se encuentran deteriorados por los años de explotación.
- Pérdidas de agua por roturas de muros tanto en el canal terciario de riego como en el drenaje y los diques.
- Alto consumo de portadores energéticos, así como partes y piezas de repuesto.
- Se pierde de cultivar en la producción una hectárea aproximadamente en cada campo ocupada por canales terciarios de riego y muros de contención lo que influye de forma muy negativa en los rendimientos por área que se obtienen.

## 2.4

### 2.6 Evaluaciones realizadas

Para realizar las evaluaciones, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Siembra, momento en que comenzó la plantación.
- Germinación, al momento de emerger las plantas.
- Vigor a los 20 D.D.G (días después de germinado) y 40 D.D.G
- Densidad de población (plantas/m<sup>2</sup>). Para ello se identificó un m<sup>2</sup>, con cuatro repeticiones, el que se dejó señalado para realizar los conteos de los componentes del rendimiento.
- Vigor vegetativo, resistencia a la *Pyricularia grisea*, y *Tagosodes oryzae*. En estas evaluaciones se empleó el Sistema de Evaluación Standard para el Arroz (IRRI, 1996).
- Rendimiento agrícola en t/ha en muestras de 8 m<sup>2</sup> (4m x 2m).
- Panículas / m<sup>2</sup>.
- Peso de 1000 granos. Evaluación de 100 granos por replica, posteriormente se llevó a 1000 granos.
- Ciclo de germinación a cosecha.
- Resistencia al acame y desgrane por replica.
- Calidad del grano (pulido total y porcentaje de enteros y partidos).

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

Riegos	Fertilizantes	Plan	Real	Dosis kg/ha	T/Días	D.D.G
23/02/11	N	2 - 2	2 - 2	27	0 - 10	9

03/02/11	N	2 - 3	2 - 3	44	30 - 40	35
12/02/11	N	2 - 4	2 - 4	41	60 - 70	64
19/02/11	N	4 - 5	4 - 5	34	90 - 95	94
26/02/11	N	14 - 5	14 - 5	27	100 - 105	104
05/03/11	P2O5	23- 2	23 - 2	100	1	1
12/03/11	K2O	23- 2	23- 2	70	1	1
D. D. G. días después de germinado.						

Tabla 2.1. Parámetros para realizar el riego y fertilización

#### Conclusiones Parciales

- Se estudió el sistema de riego utilizado actualmente en la entidad con sus ventajas y desventajas, además de determinar el alto deterioro del mismo.

– Capítulo III. Resultados y discusión

En el presente capítulo se hizo un análisis de los resultados obtenidos de los diferentes métodos, instrumentos y técnicas aplicadas en el estudio.

3.1 Resultados de la aplicación del instrumento diagrama causa-efecto.

En la figura 3.1 se muestra el diagrama causa – efecto, resultante de la tormenta de ideas realizada a....., donde se analizan las causas que inciden en el creciente deterioro de los sistemas de riego actuales en la UBPCA Las Nuevas.

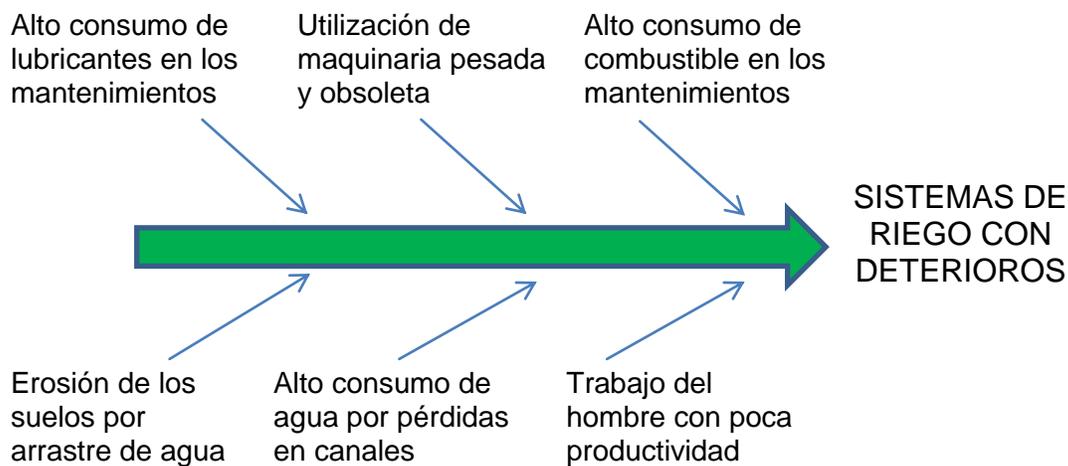


Figura 3.1. Diagrama causa - efecto.

Fuente: Elaboración propia

**3.2 Descripción de las características del nuevo sistema de riego.....**

El nuevo sistema se construyó en un área de 31 hectárea (ha) que pertenece al campo 40, lote 2, UBPC Las Nuevas, consiste en utilizar la forma actual de los campos de arroz sobre la estructura semi-ingeniera empleada tradicionalmente, se mantuvo las terrazas y los diques, se eliminaron los muros y canales terciarios de riego y drenaje, se construyó un badén al centro del campo con taludes suaves y

platos de 2,5 metros de ancho y 0,3 metros de profundidad a lo largo de todo el campo con obras de fábricas en todos los diques para facilitar el riego y el drenaje por dicho badén. El suelo de los cortes realizados para la confección de este y la eliminación de los muros terciarios de riego y drenaje se utilizó en el relleno de las áreas de lagunas existente en las terrazas para mejorar la nivelación. Se confeccionó un vial terciario por cada lado del campo de 6 metros de ancho con pendientes suaves que permite la entrada y salida de los equipos de preparación de tierra y cosecha que elimina los pases de combinada que se hacen en los sistemas tradicionales con equipos pesados como buldózer o Tractor de alta potencia (K-700) con palas entroncadoras y otros.

El riego se realiza por conducción del agua por el canal secundario a la obra de toma del terciario hasta el sistema que permite regar las terrazas haciendo uso racional del agua por desborde del badén ubicado en el centro del mismo y manejándolo desde las obras construidas en los diques. (Anexo 4)

Se utilizó un buldózer con pala frontal para derrumbar los muros de los canales terciarios de riego y drenaje. Durante esta etapa de desbroce de muro y conformación de terraplenes se mueven aproximadamente 2000 m<sup>3</sup> de tierra por cada campo. El trabajo con buldózer se realiza aproximadamente en 25 horas efectivas de trabajo.

Para hacer el canal de riego al centro del campo se utilizó la trailla con el K -700 para lo cual se mueven aproximadamente 1000 m<sup>3</sup> de tierra a 30 metros de distancia promedio que de igual forma se utilizan para rellenar lagunas existentes contribuyendo a la nivelación. El trabajo de las traillas para conformar el canal duró 30 horas efectivas de trabajo. El conformado final del badén se realizó con la moto niveladora en doce horas de trabajo.

Las obras de fábricas se construyeron en cada dique los que llevan 30 bloques cada una, 3 bolsas de cemento, dos barras de acero corrugada de ½ por 9 metros de largo y 0,6 m<sup>2</sup> de laminado de 2,5 mm de espesor en cada obra.

Los diques se reconstruyeron con la moto niveladora para reforzarlos y lograr mayor durabilidad.

El campo testigo es el campo 39, lote 2, UBPC Las Nuevas en el cual se utiliza un sistema semi-ingeniero con un área de 29 ha

Para la siembra se utilizó la variedad LP-7 en ambos campos.

### 3.3 Ventajas en la utilización del nuevo sistema de riego semi-ingeniero modernizado

El nuevo sistema de riego propuesto tiene las siguientes ventajas:

- Se humaniza el trabajo del hombre, ya que manipulará las compuertas de riego al sustituir el uso del tenedor para picar manualmente el dique.
- Disminuye el trabajo manual en la confección de los volteos a las taillas, hacer y tapar muros en los canales de riego y drenaje y piquetes en los diques.
- Se elimina el uso del Brisco para limpiar los canales terciarios de riego y drenaje que incurre en un gasto de \$ 5 500, 00, utilizando solo la moto niveladora en el mantenimiento del sistema en los períodos secos para un gasto de \$900.00 con un ahorro de \$ 4 600.00.
- Se elimina el trabajo de la pala entroncadora en los diques que representa \$ 300.00.
- Se elimina el uso de un equipo para excavar en este caso la 2621 en la confección de taillas en los canales que alcanza \$200.00.
- Se elimina el buldózer en los pases de combinadas que significa \$ 300,00 ahorrados.
- Se realiza un manejo adecuado del agua de acuerdo a la necesidad del cultivo lo que elimina pérdidas de agua por roturas de muros tanto en el canal terciario de riego como en el drenaje y los diques. Además en los pases de agua (1er, 2do y 3er riego) solo se utiliza el agua que necesita un tercio del campo, ya que esta se pasa de terraza en terraza hasta llegar al fondo del campo. Por estos conceptos se ahorra entre el 20 y el 30 % del

agua de riego a utilizar en la campaña que representan 3 600 litros por ha que compila en total  $72.10^6$  de metros cúbico de agua.

- Además se ahorran 18 pesos por ha que en las 20 000 ha que se siembran en la empresa como promedio, significan en ahorro de dinero por consumo de agua en la campaña de \$ 360 000.00.en este campo 540.00 pesos.
- Se disminuye el consumo de portadores energéticos, así como partes y piezas de repuesto.
- El gasto de combustible en el mantenimiento del sistema tradicional de dos campañas es superior al utilizado en la confección del nuevo sistema
- En el mantenimiento al sistema solo se gastará lo que consume la moto niveladora en limpiar el canal terciario de riego y drenaje con un consumo de 18 litros por hora en cinco horas que alcanza los 90 Litros.
- Se incorpora a la producción una hectárea aproximadamente en cada campo que anteriormente estaba ocupada por canales terciarios de riego y muros de contención lo que influye de forma muy positiva en los rendimientos por área que se obtienen.
- La producción se incrementa ya que aumentan los rendimientos en este campo al recuperar una hectárea se obtienen 4,5 toneladas más de producción que son 1 271,00.
- El ahorro por concepto de aplicación de la nueva tecnología es de \$ 275 274.97 que se convierten en el efecto económico de la nueva tecnología aplicada en la UBPC A Las Nuevas.

#### 3.4 Ciclo de germinación a maduración del grano

El ciclo, desde germinación hasta maduración es una característica muy importante a tomar en consideración al momento de escoger una variedad para la siembra; en Cuba éstos se dividen fundamentalmente en cortos y medios. Las variedades de ciclo medio muestran una duración entre 130 y 160 días en su ciclo vital; por encima de este valor se denominan de ciclo largo .La variedad escogida presentó un ciclo de 140 días en ambos campos.

### 3.5 Vigor

El buen vigor en las plantas de arroz brinda la posibilidad de poder competir en la etapa inicial del cultivo con las arvenses, además permite un rápido establecimiento de la lámina de agua.

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

Tabla 3.5.1. Vigor en las plantas (según el autor, 2011)

Campo	Vigor	
	20 D.D.G	40 D.D.G.
39	3	3
40	3	3

### 3.6 Población

La población de cada uno de los campos estudiados fue evaluada por la cantidad de plantas por m<sup>2</sup> que poseían; se logró que germinaran 205 plantas por m<sup>2</sup> en el campo 40 y 150 plantas por m<sup>2</sup> en el campo 39.

### 3.7 El peso de 1 000 granos

El peso de 1 000 granos es uno de los aspectos que influye sobre el rendimiento agrícola lo cual coincide con lo planteado por (García et al., 2002) referente a que

un alto peso de 1000 granos en una variedad contribuye a producir más del 70% de producción de arroz blanco.

Tabla 3.7.1. El peso de 1000 granos (según el autor, 2011)

Campo	Peso de 1000 granos(gr)
39	29.2
40	29.6

### 3.8 Acame

La resistencia al acamado facilita la cosecha, tanto manual como mecanizada y además evita que las panículas entren en contacto con el suelo deteriorándose y disminuyendo la calidad del arroz aunque la resistencia al acamado es una característica varietal está muy influenciada por el manejo de agua, las altas dosis de fertilización nitrogenada, las altas densidades de siembra, etc. (II Arroz, 2009).

Tabla 3.8.1. Resistencia al acame (según el autor, 2011)

Campo	I	II	III	IV	Prueba
39	2	3	2	3	2.5
40	3	3	3	3	3

El mejor comportamiento ante el acame se mostró en el campo 40 debido al manejo eficiente de la altura de la lamina de agua.

### 3.9 Plagas y enfermedades

Correa (1999) expresó que el añublo del arroz causado por *Pyricularia grisea* Sacc., estado amorfo de *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr, es la principal enfermedad que afecta la producción de arroz. Dicha enfermedad causa daños severos tanto en el estado vegetativo como reproductivo del cultivo. El desarrollo de variedades resistentes ha sido el medio preferido para el control de la enfermedad; sin embargo, la obtención de una resistencia durable ha sido muy difícil, especialmente en las áreas de producción de arroz bajo secano favorecido que predominan en los Llanos Orientales de Colombia y Cerrados del Brasil, donde las condiciones climáticas son altamente favorables para el desarrollo de *Pyricularia*. En general, este patógeno ha roto la resistencia de las variedades comerciales en un período corto (1 - 3 años) después de su liberación. Ambos campos mostraron buen comportamiento ante las plagas y enfermedades.

### 3.10 Panícula por m<sup>2</sup>

Este indicador es uno de los aspectos que influye sobre el rendimiento agrícola, el número de panículas por metros cuadrados de la variedad LP—7, en los sistemas empleados tradicionalmente oscila entre 200 y 350 panículas por metros cuadrados.

Tabla 3.10.1. Panícula por m<sup>2</sup> (según el autor, 2011)

Campo	Número de Panícula por m <sup>2</sup>
39	320
40	400

### 3.11 Rendimiento agrícola

El rendimiento agrícola mostrado en el campo 40 fue debido a que se utilizó mejor el área cultivable, ya que en el campo 39 se deja de sembrar aproximadamente una hectárea, por el ensanchamiento de los canales terciarios de riego y drenaje los muros y los diques y mayor presencia de lagunas.

Tabla 3.11.1. Rendimiento agrícola en t/ha.

Campo	Rendimiento t/ha	Área efectiva ha	Área total ha	Rendimiento Total t/ha
39	4,1	29	31	118,9
40	4,1	31	31	127,1

Este rendimiento agrícola provocó que en el campo 39 se obtuvieran una producción total de 118.9 t y en el campo 40 una producción de 127,1 t ,superando al anterior en 8 toneladas (6400 pesos más por el uso mas racional o eficiente del terreno y del agua)

### 3.12 Calidad industrial del grano

Cada variedad de arroz tiene su propio respuesta al rendimiento industrial; es decir, es una característica propiamente genética, pero que el medio puede afectar considerablemente. La mala selección del momento de la cosecha es la que más afecta a estos rendimientos (Castillo et al., 2001).

Tabla 3.12.1. Pulido total, granos enteros y partidos. (Según el autor 2011).

Campo	Pulido total (%)	Granos	
		Enteros (%)	Partidos (%)
39	62.10	57.82	4.29
40	62.25	58.15	4.10

### 3.13 Resultados económicos

El nuevo sistema de riego permitió un mejor aprovechamiento del área, mejorar el manejo del agua evitando la erosión del suelo a partir de la disminución de la velocidad del líquido durante el riego y drenaje. También se logró bajar la norma de riego desde 18000 litros de agua por ha a 11000 de litros, lo que permitió un ahorro sustancial de la misma, lo que trae consigo la disminución del empantanamiento y por ende de las condiciones para la salinización de los suelos y menor emanación de gas metano a la atmósfera, por la descompensación de la materia orgánica.

Todo lo antes expuesto contribuye con la protección al medio ambiente. Otros beneficios lo constituye la disminución del consumo de portadores energéticos, así como partes y piezas de repuesto. Se elimina el uso de equipos especializados de alto costo empleados en el mantenimiento del anterior sistema (Brisco para limpiar los canales terciarios de riego y drenaje que incurre en un gasto de \$ 5 500.00 al utilizar solo la moto niveladora en el mantenimiento del sistema en los períodos secos para un gasto de \$ 900,00 con un ahorro de \$ 4600, 00, la pala entroncadora en los diques que son \$ 300,00, la retroexcavadora en la confección de taillas en los canales que son \$200,00, el buldózer en los pases de

combinadas \$ 300,00). Se humaniza el trabajo del hombre, ya que manipula las compuertas de riego al sustituir el uso del tenedor para picar manualmente el dique, el trabajo manual en la confección de los volteos a las taillas, hacer y tapar muros en los canales de riego y drenaje, hacer y tapar piquetes en los diques. El ahorro por concepto de aplicación de la nueva tecnología es de \$ 275 274.97 que se convierten en el efecto económico de la nueva tecnología aplicada en la UBPC A Las Nuevas.

A continuación en la tabla 3.10.1, 3.10.2 y 3.10.3 se muestran los costos en que se incurrieron en la confección del nuevo sistema así como los índices de combustible que gasta un equipo por hectárea en las diferentes labores.

Tabla 3.13.1 Costo del Movimiento de tierra en la confección del sistema

Concepto	U/M	Cantidad	Precio	Importe
Tierra movida	m <sup>3</sup>	3000,00	5,00	15000,00

Tabla 3.13.2 Costo de las obras de fábrica del nuevo sistema

Materiales	U/M	Cantidad	Precio	Importe
Bloques	Uno	30	\$ 0,846135	25,38

Barra ½	Kgs	15	0,36295	5,44
Cemento	TN	0.2	75,802837	15,16
Arena	m <sup>3</sup>	0,4	8,72	3,48
Piedra	m <sup>3</sup>	0,5	9,23	4,61
Laminado (2,5 m m)	m <sup>2</sup>	0,6	9,1	5,46
Gases				3,00
Electrodos				2,50
Mano de Obra				200,00
TOTAL				265,03

Tabla 3.13.3 Índices de combustible de los equipos empleados en la confección del sistema		
Equipos	Consumo (Lts)	Índices (Lts por Ha)
Buldozer	600	24

k700 con traillas	900	30
Moto niveladoras	216	18
Total	1716	72

En la siguiente tabla se muestra el gasto de combustible y los índices, de los equipos empleados en el mantenimiento del sistema tradicional.

Tabla 3.13.4 Equipos utilizados en el mantenimiento tradicional			
Equipos	Horas trabajadas	Consumo	Índices (Lts por ha)
Retroexcavadoras	12	12	144
Briscoes	10	24	240
Buldózer	10	24	240
Buldózer	10	24	240
Palas entroncadoras	13	5	45
Buldózer	10	24	240
Moto niveladoras	5	18	90

Diqueadora	3	13	39
Total			1278

Realizando otra comparación que pueda servir de análisis para determinar los beneficios de este sistema se exponen en las siguientes tablas los costos para llevar de las curvas de nivel al sistema ingeniero la misma área, o sea de una tecnología más antigua a la que existe.

Tabla 3.13.5 Costos para llevar de curvas de nivel a sistema semi-ingeniero				
Conceptos	U/M	Cantidad	Precio	Importe
Tierra movidas	M3	22740	5,00	113700,00
Obras de fábrica	Uno	17	10000,00	170000,00
Gastos por concepto de mantenimiento del sistema				6840,00
Costo total				290540,00

#### Conclusiones Parciales

- Se determinó que es necesario utilizar un nuevo sistema de riego con determinadas características que respondan al ahorro de agua, optimizando el área a sembrar, humanizando la labor del hombre.

- Se demostró la mejora de la productividad, ahorro de portadores energéticos y eficiencia y económicamente viable.

## CONCLUSIONES

1. La revisión bibliográfica ampliamente efectuada dio como resultado que en el mundo se emplean .....y que en Cuba las más utilizadas son .....l.
2. Se identificó un sistema de riego aplicable en áreas arroceras que conserva el suelo y ahorra agua, dado que es mucho más eficiente y eficaz, en cuanto a ahorro de agua, trayendo consigo la disminución del empantanamiento y por ende de las condiciones para la salinización de los suelos y menor emanación de gas metano a la atmósfera por la descompensación de la materia orgánica.
3. Se evaluó que el sistema de riego propuesto es aplicable y factible económica y socialmente.
4. Se comparó el comportamiento agronómico de la variedad de arroz LP-7 en diferentes condiciones de riego.



## RECOMENDACIONES

1. Generalizar el sistema al resto de los lotes de las UBPC Arroceras.
2. Implementar el sistema como está concebido el sistema al resto de los lotes de las UBPC Arroceras.
3. Realizar estudios por parte de los especialistas que permitan identificar las deficiencias del sistema.
4. Aplicar este sistema en otros cultivos que asimilen el riego por inundación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo (2006) disponible en : "<http://es.wikipedia.org/wiki/Cambio>"
2. Allard, R. W: Principio de la Mejora Genética de las Plantas. Edición Revolucionaria. Instituto del libro, p 498 1997.
3. Andrade, F: Evaluación del Rendimiento del Arroz en Ecuador, 1986 - 1990 Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización. CIAT., p. 245, 1991.
4. Cárdenas, Regla M.; Elizabeth C. y Noraida P.: Variedades cubanas de arroz (*Oryza sativa Lin.*) promisorias para la provincia de Pinar del Río tolerantes al Tizón de la Hoja (*Pyricularia grisea Sacc.*) Cultivos Tropicales. 23, No.1, 2002.
5. Castañeda Chávez José W. Validación de líneas promisorias de arroz, Artículo Técnico del PCCMCA., p. 10, 2007.
6. Chatel, M. I: y Guimarães, E. P.: Selección recurrente en arroz en África y Madagascar: Estado actual y progreso. Selección recurrente en Arroz. CIAT, Cali, Colombia. p.151 – 162. 1995.
7. Correa, V. F. y Zeigler, R. S: Resistencia estable y Variabilidad patogénica en el complejo Arroz – *Pyricularia oryzae*. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización. CIAT, Cali, Colombia. p.248 - 249. 1997.
8. Cordero V. y Rivero, L. E.: Principales enfermedades fungosas que inciden en el cultivo del arroz en Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones del Arroz. Cuba. 2002.
9. CAI Arroceros Sur del Jíbaro ( 2004). Documentos internos

10. Colectivo de autores 2003. Introducción a la ingeniería Félix Varela (2003)
11. Centro Nacional de Sanidad Vegetal y Ministerio de la Agricultura (2006).
  - 11.1 Semillas Variedades y Producción.
12. Colectivo de autores (2004). Introducción a la informática Félix Varela , La Habana , Cuba
13. De la Loma, J. P.: Métodos generales para la Mejora de Plantas. Genética general y aplicada. Tercera edición, p 411 - 419. 1973.
14. Deus, J.; Sigarrosa, A.; Avila, J. y Sousa, F.: Determinación de la estabilidad genotípica para el rendimiento y caracteres de importancia agronómica. Aerotecnia de Cuba. No 17(1), p 101- 102. 1985.
15. Díaz, Sandra. H. y Morejón, R.: Comportamiento de variedades de arroz de diferentes procedencias en la localidad "Los Palacios" Pinar del Río. Memorias V Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. FITOGEN, p 85 - 87. 2003.
16. FAO: "El cultivo del arroz " . Disponible en: <http://www.rlc.fao.org>. 2004
17. F.; Hernández, J.; Martínez, J.; Alemán, L. A; Rivero, L. E.; Mariella, C; Socorro, M.; Canet, R.; Cabello, R.; Alfonso, R.; Tania, B. y Violeta, P. Manual del Arroceros, Instituto de Investigaciones del Arroz. Ministerio de la Agricultura. Segunda Edición. 2002.
18. García, A.; Ana A. H.; Castillo, D.; Digna H.; Suárez, E.; Esther, R. Cruz, F.; Isora. Gramene J. Oryza. Documento en línea. Disponible en: [http://www.gramene.org/oriza/rice\\_facts.html](http://www.gramene.org/oriza/rice_facts.html), 2007.
19. Guimarães, E. P. y Correa, F. J.: Utilización de la selección recurrente para desarrollar resistencia a *Pyricularia grisea* Sacc. Selección

recurrente en arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p 165 - 175.1997.

20. García Marrero, Agustín. Economía de la Empresa Agrícola
21. Cañera / A.
22. G. Marrero, V.B. Sánchez (1988).- La Habana: Editorial Ciencia y Técnica, .-
23. p. 227 - 238.
24. Hernández, J.; Deus; J.; Suárez, E.; Alfonso, R. y Leyva, F.: Evaluaciones del rendimiento del arroz en Cuba, 1986- 1990. Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización. p 244 - 245. 1998.
25. Hervías H. (2007). Concepto del cambio y su aplicación en las
26. organizaciones. Disponible en : <http://www.monografia.com>
27. IIA: Instituto de investigaciones del Arroz. Política varietal para el cultivo del arroz. Anexos al Instructivo Técnico del Arroz, p. 17, 2001.
28. Induarroz. Federación Nacional Industriales del arroz, Colombia. 2005.
29. International Rice Research Intitute. (IRRI): Manual of operations and procedores of the International Rice Genebank, Genetic Resorurces center. IRRI. Los Baños Philipines, p. 116, 1995.
30. International Rice Research Institute. (IRRI) Standard Evaluation system for RICE. INGER. Genetic Resources Center, p. 52, 1996.
31. Instituto de Investigaciones del Arroz (IIArroz). Manual para el uso de variedades y producción y producción de semillas en el Arroz Popular, p. 42, 2009.

32. International Rice Research Institute. (IRRI) Standard Evaluation system for RICE. INGER. Genetic Resources Center, p 52, 1996.
33. International Rice Research Institute (IRRI) IRRISTAT v. 4.0. Biometric Unit. 2002.
34. Instructivo Técnico del Cultivo de Arroz(2000). Instituto de Investigaciones del Arroz.
35. Illaraza, D. Efectos del genotipo y tiempos de almacenamiento sobre la calidad culinaria de líneas experimentales de arroz (*Oryza sativa L*). Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay Venezuela. 80 pp, 2002.
36. Jennings, P.; Berrio, L.; Torres, E. y Corredor, E.: Una estrategia de mejoramiento para incrementar el potencial de rendimiento en arroz. FORO Arroceros Latinoamericano. 8 (2) p. 10 – 13, 2002.
37. Khush, G.S. Increasing the genetic yield potential of rice: prospects and approaches. International Rice Commission Newsletter 43: 1- 8. 1994.
38. Kim, K. U. y Shin, D. H. Rice allelopathy research in Korea. En: M. Olofsdotter, ed. Proc. of the Workshop on Allelopathy in Rice, 25-27 November 1996. Manila (Philippines): Int. Rice Research Institute. p. 39 - 44, 1992.
39. Kim, K. U. Weed management implication and trends of direct seeding in Asia. Third Int. Weed Science Congress (Foz do Iguassu, Brazil, 6 - 11 June 2000). Int. Weed Science Society, Corvallis, Manuscript N° 508, p 1 -10, 2000.
40. Kiyosawa, S. y Ando, I.: Inheritance of resistance. In Science of the rice plant. Genetics. Vol .3. p. 470 – 500, 1997.

41. Lanceras, J., Z. Huang, O. Naivikul, A. Vanavichit, V. Ruanjaichon and S. Tragoonrung: Mapping of genes for cooking and eating qualities in Thai jasmine rice (KDML105). DNA Res. 7: 93 - 101, 2000.
42. León, J. L. y R. Carreres: Calidad del arroz: criterios para una adecuada valoración. Vida Rural, 145: 38 - 40, 2002.
43. Livore, A: Calidad Industrial y culinaria del arroz. Revista IDIA XXI 6:190 -194, 2004.
44. López, L.: Arroz. Cultivo herbáceos. Cereales. Madrid Ed. Mundi – Prensa, p 419, 1991.
45. Madruga, A.: Cuba por aumentar sus rendimientos arroceros. Gramma. No 46, Lunes 23 de febrero, 2004.
46. Martínez Figueroa, Antonio (1986). Organización y Planificación Agropecuaria / M. Figueroa.- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986.- p. 67 7715-
47. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, Ciudad de  
  
La Habana, Junio de 1994
48. Pacheco; Alonso N; Pujol,P;Camejo,E: Riego y drenaje .La Habana ,2006.
49. Pérez, R.; Chatel, M. y Guimarães, E. P.: Mejoramiento población de arroz en Cuba: Situación actual en E. Guimarães (ed) avances en el Mejoramiento Poblacional en Arroz. Primera edición, p. 131 - 134, 2000.
50. Pérez Polanco, R., Chatel, M. y Guimarães, E. P.: Bases para el uso del mejoramiento poblacional del arroz en Cuba. En E.

- Guimarães (Ed), Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina. pp. 119 - 234, 2003.
51. Ospina Y; E. P. Guimarães; M. Chatel y Mirian Duque. Efectos de la selección y de las recombinaciones en una población de arroz de secano en E. Guimarães (ed). Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina. Cap. 17: 255 – 374, 2003.
52. Padmavathi, N; Mahadevappa, M. and O.U.K. Reddy. Asociación of Varius yield components in rice (*Oryza sativa* L.) Rice Abstracts. Vol. 21. No. 1, p. 4. 1998.
53. Panda, N. and Khush, G. S.: Host resistance to insects CAB International, International rice research Institute, p. 209, 1995.
54. Paz, Pablo E.: Selección de arroz para cultivos de secano. Artículo Técnico del PCCMCA, p. 137, 1998.
55. Pérez, R.; Chatel, M. y Guimarães, E. P.: Mejoramiento población de arroz en Cuba: Situación actual en E. Guimarães (ed) avances en el Mejoramiento Poblacional en Arroz. Primera edición, p. 131 - 134, 2000.
56. Pérez Polanco, R., Chatel, M. y Guimarães, E. P.: Bases para el uso del mejoramiento poblacional del arroz en Cuba. En E. Guimarães (Ed), Mejoramiento poblacional, una alternativa para explorar los recursos genéticos del arroz en América Latina. pp. 119 - 234, 2003.
57. Pulver, E. P.: Manejo de cultivo en el FLAR. FORO Arroceros Latinoamericano. Vol.8, No. 2, Ejemplar 15, p. 20 - 21, 2002.

58. Ramos, M. O. Del Valle, Z.: Respuesta morfológica de vainas de arroz al daño producido por *Steneotarsonemus spinki* Smiley. Libro resumen 1er Encuentro Internacional de Arroz. La Habana, 1997.