



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS  
“José Martí Pérez”  
(Uniss)



Facultad de Ciencias Agropecuarias  
(FCA)

# *Trabajo de Diploma*

**Título: Caracterización del mal drenaje, inundaciones y salinidad en áreas arroceras de la UBPC Mapos del CAI Arrocero Sur del Jíbaro.**

**ALUMNO:** Lisney Martínez Acosta

**Orientador Científico:** Ing. Eddy Santiago Gómez Rojas

**CURSO: 2011-2012**  
**“Año 54 de la Revolución.”**

## **RESUMEN**

El trabajo se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Mapos, perteneciente al Complejo Agropecuario e Industrial (CAI) "Sur del Jíbaro", en la provincia de Sancti Spíritus, durante las campañas de frío y primavera del 2005 hasta el 2009, con el objetivo de caracterizar los problemas de mal drenaje, inundación y salinidad existentes en la misma, determinar los tipos de afectaciones que se producen y su valoración en el marco de la actividad económica de la misma. Los resultados del trabajo de campo y de gabinete realizado, permitieron conocer que el tipo de suelo gley vértico predominante en el área, es un gran problema para la producción arroceras de la UBPC. El comportamiento del régimen pluvial de 1393.8 mm como promedio anual, es una importante fuente de inundación. La contaminación salina es otro significativo problema, que cada año se extiende a nuevos campos arroceros. La tupición de los drenajes costeros también es una agravante de la situación antes señalada. La mala nivelación de las terrazas, el mal estado técnico de las redes de riego y de drenaje, completan el cuadro de las inadecuadas condiciones para mantener estables producciones de arroz. Como consecuencia del panorama señalado, existen mermas en las producciones arroceras; los rendimientos promedios están por debajo de 2 ton/ ha, se afecta el trabajo de la maquinaria agrícola y aumenta el consumo de combustible de esta. El mal estado técnico de los caminos y sus obras de fábricas, hace que muchas áreas de siembra funcionen con ineficiencia. Las pérdidas por estos problemas de mal drenaje, inundación y salinidad, se han estimado en 198.29 miles de pesos.

### **Summary**

The work was carried out in the basic unit of production cooperativa (UBPC) Mapos, belonging to the Industrial Agricultural Complex South of the Jíbaro in the county of Sancti Spíritus, during the campaigns of cold and spring of the 2005 up to the 2009, with the objective of characterizing the problems of bad drainage, flood and existent salinity in the same one, to determine the types of affectations that take place and their valuation in the mark of the economic activity of the same one. The results of the field work and of carried out cabinet, they allowed to know that the type of floor gley

predominant vertico in the area, is a great problem for the rice production of the UBPC. The behavior of the pluvial regime of 1393.8 mm like annual average, it is an important flood source. The saline contamination is other significant problem that every year extends to new rice fields. The tupicion of the coastal drainages is also before an added difficulty of the situation signal. The bad leveling of the terraces, the not well technical state of the watering nets and of drainage, they complete the square of the inadequate conditions to maintain stable productions of rice. As consequence of the signal panorama, reductions exist in the rice productions; the yields averages are below 2 tn/ha there is, the work of the agricultural machinery is affected and the consumption of fuel of this increases. The not well technical state of the roads and their works of factories, he makes that many plantation areas work with ineficiencia. The losses for these problems of bad drainage, flood and salinity, they have been considered in 198.29 thousands of pesos.

## INDICE

<b>I – INTRODUCCIÓN</b>	
<b>II – REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	4
- Origen del Cultivo del Arroz	4
- Características Botánicas y Fisiológicas del Arroz	4
- Exigencias del Cultivo	5
- Manejo del Agua en el Cultivo del Arroz	5
- Importancia Mundial y Nacional del Arroz	6
- Problemas de Drenaje y Salinidad en las Áreas Agrícolas de Cuba	7
- Situación del Mal Drenaje, la Salinización en el Cultivo del Arroz	7
- Causas que originan el exceso de humedad en el suelo	8
- Consecuencias perjudiciales del sobrehumedecimiento de los suelos	10
- Influencia del sobrehumedecimiento sobre las propiedades físicas de los suelos.	10
- Influencia de la humedad excesiva sobre los cultivos	11
- Influencia sobre la Mecanización Agrícola	11
- Influencia sobre la Sanidad Vegetal, Animal y Humana	12
- Otras afectaciones producidas por el mal Drenaje y la Inundación	13
- Disposición de las aguas drenadas	13
- El Drenaje de Campo	14
- La Red Principal de drenaje	14
- Necesidad de un buen funcionamiento del sistema de riego y drenaje para el Cultivo del Arroz	15
- Beneficios socioeconómico, agrícolas y medioambientales del drenaje	16
<b>III- MATERIALES Y MÉTODOS</b>	18
- Localización del área de estudio	18
- Caracterización de la UBPC Mapos	19
- Clima e hidrología	19
- Suelo	19
- Topografía	19
- Salinidad	19
- Características hidrogeológicas y calidad del agua para el riego	20
- Situación de los drenajes costeros	20
- Estado técnico de los sistemas de riego y drenajes de caminos, terraplenes y obras de fábrica	20
- Análisis de las áreas de mal drenaje, inundación y sanidad	20
- Comportamiento de la maquinaria en áreas sin y con afectación de mal drenaje e inundación	20
- Análisis de los rendimientos y la producción en áreas sin y con problemas de mal drenaje e inundación	20
- Comportamiento del rendimiento y volumen de producción estimado perdido en áreas que no se siembran por estar afectadas por salinidad	21
- Afectaciones producidas en el Medio Ambiente	21

- Valoración económica	21
<b>IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	22
- Características de la UBPC Mapos	22
- El clima y la hidrología	22
- Suelo	25
- Problemas creados por la topografía	26
- Influencia de las características geológicas e hidrológicas en las condiciones de sobrehumedecimiento y salinidad predominantes en la UBPC	27
- Calidad del agua	27
- Situación de los drenajes costeros	29
- Estado técnico de los sistemas de riego, la falta de mantenimiento y de reparación de la red de colectores de drenaje	30
- Estado técnico de los caminos, terraplenes y obras de fábricas	31
- Categorías de los problemas definidos a partir de la caracterización	34
- Análisis comparativo de las áreas sin y con problemas de mal drenaje, inundación y salinidad	35
- Análisis de los rendimientos en la UBPC “Mapos”, en la campaña de frío y primavera en el período del 2005 hasta el 2009	37
- Análisis de la producción arrocera en la UBPC “Mapos” durante las campañas del 2005-2009, teniendo en cuenta ambas campañas (frío y primavera).	39
- Comportamiento del rendimiento obtenido en áreas que no se siembran por estar afectadas por salinidad.	41
- Volumen de arroz estimado perdido en áreas que dejaron de sembrar por problemas de salinidad.	41
- Afectaciones al medio ambiente.	42
- Valoración Económica	42
- Valoración económica de las afectaciones producidas al Medio Ambiente	44
- Consideraciones generales.	44
<b>V – CONCLUSIONES</b>	45
<b>VI – RECOMENDACIONES</b>	46
<b>VII – BIBLIOGRAFÍA</b>	47

## **I – INTRODUCCIÓN**

El arroz (*Oryza sativa* L.), constituye uno de los cereales de mayor consumo a nivel mundial, para más de la mitad de la población, después del trigo (Laffite *et al.*, 2004). Y le aporta el 20 % de las calorías que se consumen (FAO,. 2006).

En Cuba, este cultivo representa una de las principales fuentes de alimentos y su consumo anual asciende a 60 kg per cápita (Polón *et al.*, 2006). Este cereal es un plato indispensable en la costumbre alimentaria de la población, con un consumo normado en el balance de 46 Kg. per cápita anual, cifra que supera al resto de los países de América Latina y El Caribe (GAIPA, 2006). Sin embargo, a pesar de que en el país existen condiciones de clima y de suelo para el crecimiento y desarrollo de este cereal, la producción de arroz ha sido limitada desde hace varios años.

El desarrollo de la actividad de riego en Cuba, ha sido un factor decisivo en el crecimiento de la producción agrícola en los últimos 40 años. Sin embargo, se señala que la salinidad o sodicidad secundaria de los suelos, se ha incrementado debido a varios factores, entre los cuáles se destaca el mal manejo del riego y el insuficiente drenaje en las áreas agrícolas (Christen, 2001).

En el cultivo del arroz se desarrolló un programa denominado “Modernización de los Sistemas Arroceros”, que consistió en la transformación de algunos sistemas diseñados en curvas de nivel, a terrazas planas; el aumento del tamaño de las terrazas mediante diseños de campos típicos y la reconstrucción de los canales de riego, los drenajes y los caminos. Estas acciones mejoraron en cierta medida el manejo del agua, e incrementaron los rendimientos, pero no resolvieron los problemas de mal drenaje y salinidad, que afectaban muchas de las áreas arroceras del país (CITMA, 2000).

La recesión económica ocurrida en el país en los años 90, como resultado de los cambios políticos en los países socialistas de Europa del Este, afectó en forma generalizada a todos los sectores económicos y en particular a la agricultura; sector en el cual se desarticuló toda la base técnico material e impidió la continuidad de muchos programas de desarrollo, entre ellos el drenaje agrícola. Aún antes de esta fecha, se había reconocido que algunas de las soluciones empleadas en los programas antes descritos, adolecían de una visión integral del problema (Méndez,

1986 y Méndez, 2010); a lo que se unía el rápido deterioro de los sistemas por falta de reconstrucción y mantenimiento, situación empeorada en la actualidad debido a la falta de medios técnicos adecuados para llevar a cabo los mismos.

Desde la creación del Complejo Arrocero “Sur del Jíbaro” se conoce, que su red de drenajes finales hacia la costa, no fue totalmente terminada. Posteriormente los niveles de mantenimientos en sus 5 UBPC (Cedro, Peralejos, Las Nuevas, Mapos y Sur del Jíbaro), han sido insuficientes y como consecuencia, los sistemas de drenajes funcionan con dificultades y otros no funcionan; afectando sistemáticamente las actividades productivas de esas zonas marginales. Hoy en día se han perdido áreas y los niveles de producción han bajado de manera significativa producto al mal drenaje, las inundaciones y la salinidad secundaria de los suelos (Dartayet, 2005); no conociéndose referencias de que se haya hecho alguna valoración sobre estas afectaciones.

Las acciones de caracterización y valoración se desarrollarán en la UBPC “Mapos”, por ser una de las más representativas de las afectaciones por la obstrucción de los drenajes costeros.

**Problema Científico:**

La no terminación de los canales de drenajes al inicio y la falta de mantenimiento periódico favorecen la incidencia de inundaciones y el incremento de la salinidad

**Hipótesis:**

El diagnóstico de los problemas de mal drenaje, inundación y salinidad de las áreas arroceras de la UBPC Mapos, así como la valoración de las afectaciones que estas originan, son cuestiones de interés a conocer para el beneficio de la sostenibilidad alimentaria local.

**Objetivo General:**

Caracterizar los problemas de mal drenaje, inundación y salinidad que existen en la Unidad Básica de Producción Cooperativas (UBPC) Mapos y valorar sus afectaciones a la producción arroceras.

**Objetivos Específicos:**

- Caracterizar los problemas de mal drenaje, inundación y salinidad existentes en la UBPC Mapos y sus implicaciones.

- Determinar los tipos de afectaciones que se producen y su valoración en el marco de la actividad económica de esta UBPC.

## **II - REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Origen del cultivo del arroz**

El arroz (*Oriza sativa*, L) comenzó a cultivarse hace alrededor de 10 000 años en regiones húmedas de Asia Tropical y Subtropical; posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez, debido a que en ella abundan los arroces silvestres, pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar también en China, desde tierras bajas a sus tierras altas; posiblemente hubo varias rutas por las cuales los arroces de Asia se introdujeron a otras partes del Mundo (García, 2002). Este cultivo es tan antiguo que el lugar y el momento exacto de su origen tal vez nunca sean conocidos. Lo cierto, es que ha alimentado más personas que cualquier otro cultivo a través de los tiempos. Los estudios arqueológicos muestran que *O. sativa*, la especie Asiática de arroz cultivado, se originó hace mucho tiempo. Las excavaciones en Hasthinapura han revelado que el arroz ya existía 1000 años A.N.E. en el norte de la India. El Arroz descubierto en las ruinas de Yangshao, China, supuestamente es de 2600 años A.N.E., de forma similar el arroz con cáscara encontrado en Hemudú, China central, se estima que tiene entre 6000 y 7000 años de antigüedad (Abraham y Suárez, 2008).

En relación con los centros originales de cultivo del arroz existen varias hipótesis: India, China, regiones montañosas en el Sudeste de Asia. (Curso de Producción de Semilla de arroz. Mayo de 2007).

Este cultivo es el más importante del mundo, si se considera la magnitud de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que dependen de su cosecha; además proporciona más calorías por hectáreas que cualquier otro cereal (IIA, 2002). También de la importancia que tiene como alimento, proporciona empleo al mayor sector de la población rural de Asia, pues este cereal es típico de Asia Meridional y Oriental, aunque es ampliamente cultivado en África y en América; no solo ampliamente sino también intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas (Dobermann. 2002).

#### **2.1.1. Características botánicas y fisiológicas del arroz.**

Según Puldón (2007) y Alfonso (2008), el arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos compuestos por nudos llenos y entrenudos huecos, hojas de

lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4 m (enanas) hasta más de 7.0 m (flotantes). Clasificándose los órganos de la planta de arroz en dos grupos: órganos vegetativos (raíces, tallos y hojas) y órganos reproductivos (flores y semillas). No es una planta acuática ni amante del agua sino tolerante.

### **2.1.2. Exigencias del cultivo.**

Este cultivo para que logre un adecuado desarrollo tiene sus propias exigencias tales como la temperatura, que tiene una influencia pronunciada sobre la germinación, afectando el estado de activación y el estado de crecimiento posterior a la germinación, a una temperatura media de 26°C a 30°C, la emergencia ocurre dos días después de la siembra de semillas pregerminadas y de 7 a 8 días en semillas sin pregerminar. La humedad del suelo debe ser a capacidad de campo, con intermitencia, para lograr la aireación de las plantas. Se le debe suministrar un promedio de agua en condiciones de riego de (8000 - 12000) m<sup>3</sup>/ha. Los suelos adecuados son aquellos de textura arcillosa, medios y arenosos con subsuelos impermeables que retengan la humedad y topografía llana. (Angladette, 1969), con un nivel de materia orgánica de 2,2 y un pH entre 6 y 6,5.

### **2.1.3 Manejo del agua en el cultivo del arroz.**

En Cuba, el cultivo de arroz se desarrolla en tres condiciones diferentes de manejo del agua (IIArroz, 2005). La primera es, en condiciones de riego o aniego, que necesita suficiente disponibilidad de agua para garantizar una lámina al cultivo en toda o en gran parte de su ciclo. La segunda es, en seco dependiente de las precipitaciones durante todo su ciclo de vida, que exige como promedio aproximado 200 mm de agua por mes y es importante tanto la cantidad como la frecuencia de las lluvias. Bajo estas condiciones, el cultivo sufre la falta de agua a lo largo de su ciclo cuando no existen abundantes precipitaciones ni fuente estable de abasto de agua. Por último, en condiciones de seco favorecido, también dependiente de las lluvias y que en ocasiones recibe abastecimiento de riego. De forma general, se conocen las principales fases del cultivo con mayor demanda de agua. Dentro de las más susceptibles, se encuentra la germinación, desde los 20 a 25 días antes de la floración y desde los 5 a 15 días después de iniciada la floración.

#### **2.1.4. Importancia Mundial y Nacional del arroz.**

El arroz es un alimento muy estratégico en la nutrición de los habitantes de casi todos los países en desarrollo. Es el cultivo más subsidiado como alimento básico y de mayor importancia. Más de la mitad de la población mundial depende del arroz como principal fuente diaria de calorías y proteínas. En Cuba, ocupa un lugar muy importante en la dieta de la población, lo cual sitúa al país entre los mayores consumidores de América Latina (Alfonso, 2010).

La mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales; también puede cultivarse en las regiones húmedas de los subtrópicos y en los climas templados. Su cultivo se extiende desde los 49–50 grados de Latitud Norte a los 35 grados de Latitud Sur y en altitud desde el nivel del mar hasta los 2500 metros. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas a desarrollar, sobre todo cuando se cultiva en tierras altas, las que están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (FAO, 2000).

El clima es un factor importante en la producción de arroz e incide directamente sobre los rendimientos; este no es estático, está sujeto a fluctuaciones en tiempo y espacio. Los mayores rendimientos en arroz a nivel mundial se obtienen con una adecuada radiación solar durante la época de seca, mientras que resultan comparativamente bajos durante la estación lluviosa, debido a días nublados con inadecuada intensidad de luz. La temperatura es uno de los elementos que más influye sobre la producción de arroz, en general los mayores rendimientos del grano se han conseguido cuando las temperaturas son bajas durante la maduración, debido a que el balance entre fotosíntesis y respiración resulta mayor. A su vez, estas temperaturas bajas prolongan la fase de maduración, lo que contribuye al incremento de la radiación solar recibida (Espineira, 2001). Altas temperaturas durante la etapa de cosecha pueden acelerar la maduración, ya que reducen rápidamente el contenido de humedad del grano y disminuyen los carbohidratos suministrados de un modo prematuro; como resultado de ello el grano será pequeño y de baja calidad (Stansel, 1980).

### **2.1.5. Problemas de drenaje y salinidad en las áreas agrícolas de Cuba.**

Cuba cuenta con un total de tierras aptas para el riego de 4 815.8 Mha (Dórticos, 1982), que representa el 71.9 % de la superficie agrícola y el 43.8 % de la superficie total. Según las cifras de población del año 2010 (ONE, 2011) esto significa que se cuenta en la actualidad con 0.43 ha de superficie apta para la agricultura intensiva y un pronóstico para el 2015 de 0.41 ha.

El 16 % del área agrícola total está afectada por la salinidad, mientras que el 42 % sufre por problemas de mal drenaje. Dado que los problemas de salinidad en Cuba, en general, están asociados a problemas de mal drenaje, en esta última cifra se incluyen también las áreas salinizadas. Las provincias de Holguín, Granma y las Tunas tienen un área mayor del 50 % afectada por mal drenaje y de ellas, Granma tiene más del 40 % afectada por la salinidad. Todas estas provincias han sido consideradas como de alta vulnerabilidad para la seguridad alimentaria en el informe realizado por el Programa Mundial de Alimentos (PMA, 2001).

El arroz se cultiva casi en su totalidad en áreas bajo riego y con el sistema de inundación permanente, de ahí que aparentemente los requerimientos de suelos con buen drenaje de este cultivo sean mínimos. Aunque pudieran calcularse pérdidas de rendimientos potenciales del orden del 30 %, la tendencia para este cultivo, indica que otros factores de manejo también influyen en la pérdida de este potencial.

la incidencia de inundaciones

### **2.1.6. Situación del mal drenaje, la salinización en el cultivo del arroz.**

A pesar de que en CUBA existen condiciones adecuadas de suelo y clima para el crecimiento y desarrollo del arroz, no fue hasta el 1967, que se conformó un programa para su desarrollo en el país. Como resultado de ese programa, en el período de 1984 a 1986, se alcanzó la mayor producción anual con 256 mil toneladas y el mayor rendimiento con 3.7 t./ha (JICA, 2006).

En la agricultura moderna, el drenaje debe ser considerado como una de las vías para lograr mayores y mejores volúmenes de producción, en las áreas con problemas de sobrehumedecimiento; partiendo del hecho de que el resto de las atenciones al suelo y al cultivo se realicen en el momento oportuno (Smedema, 2000).

En nuestro país, aproximadamente 160 000 ha se han dedicado a este cultivo y más de 100 000 ha, están salinizadas con diferentes grados; representando más de 33 % de las áreas que presentan problemas agroquímicos; lo que ocasiona una disminución de 10 000 t anuales de arroz (Borroto, 1986)

Este cereal es considerado uno de los cultivos más resistentes a la salinidad, y en realidad lo es. Sin embargo, sus rendimientos se afectan a niveles bajos de salinidad, y aunque se observen los campos reverdecidos, lo real es que muchas de sus vainas están vacías y no llegan a producir granos; por lo que la planta es considerada tolerante en su fase de germinación y sensible en su desarrollo vegetativo, en la polinización y en la fecundación (García, 1992).

En el caso del arroz se da una doble contradicción. Debido a la enorme demanda hídrica, el riego de este cultivo tiende a provocar la salinización secundaria de los suelos en el que se cultiva y más aún cuando estos carecen de una red ingenieril de drenaje mayor o la misma es deficitaria (Barben, 2000).

Los resultados de la práctica y la literatura internacional indican que como consecuencia de cultivar el arroz empleando la técnica de aniego, para ello hay que utilizar altas normas de riego y esto provoca que se eleve el nivel de las aguas freáticas hacia la superficie (Alemán, 1987).

Como es conocido, la causa más frecuente de la salinización secundaria del suelo es el paulatino aumento del nivel del manto freático y la poca profundidad del mismo; este aumento se debe cuando los ingresos de agua del manto son mayores que los egresos (Pizarro, 1985). Cuando esto ocurre, las capas superiores del suelo pueden humedecerse parcial o totalmente, debido al ascenso capilar del agua, pero junto a esto también se elevan las sales en ellas diluidas.

#### **2.1.7. Causas que originan el exceso de humedad en el suelo.**

El exceso de humedad del suelo y la inundación ocurre cuando el agua entra en el suelo en mayor cantidad y velocidad de la que puede ser extraída por gravedad. Actualmente existe bastante evidencia de que, en varias partes del mundo se han incrementado los aportes de agua, estando los cambios climáticos entre una de las causas principales de esto. Por ejemplo, las estadísticas muestran un incremento de la incidencia de las inundaciones y las lluvias en gran parte del norte y oeste de

Europa durante el pasado siglo. Los estudios a través de modelación han indicado que esto conducirá a más intensas tormentas en estas regiones, lo cual incrementará tanto la frecuencia como la magnitud de las inundaciones por el desbordamiento de los ríos en los próximos 50 años (Prudhome, Jakob y Svensson, 2002).

El desarrollo del riego a gran escala y su intensificación puede incrementar también la incidencia del exceso de humedad en el suelo como resultado del incremento del nivel del manto freático. Esto ha ocurrido en regiones secas, fuertemente irrigadas como la provincia de SINDH en el valle del Indus en Pakistán. En este sitio, 50 a 60 años atrás, el nivel freático estaba 4 m por debajo del nivel del suelo; para 1984, este se había incrementado hasta 1.6 m en la mayor parte del área bajo riego, con el consiguiente incremento de las sales en el suelo.

Los excesos de agua sobre los terrenos, pueden ser ocasionados por cuatro agentes principales: las lluvias caídas directamente en el lugar, las inundaciones desde fuentes de agua externas, los impedimentos topográficos y las limitaciones edáficas. Estos agentes causantes, dan lugar a los cuatro grandes frentes de trabajo que tienen que atenderse, cuando se pretende resolver, de manera integral o total, el problema de humedad excesiva de un territorio. Estos frentes son: el control de las inundaciones, el drenaje superficial, el drenaje subsuperficial y la disposición final de las aguas drenadas (Méndez, 2010).

Las inundaciones se pueden producir fundamentalmente, por las razones siguientes (Méndez, 2000):

- a) Insuficiente capacidad conductora de los cauces, por tener estos poca pendiente, por estar azolvados o estar obstruidos natural o artificialmente.
- b) Falta de cauce definido, bien en la zona llana o antes de llegar a esta.
- c) Deforestación incontrolada de las cabeceras de las cuencas.
- d) Poca capacidad de conducción de las obras de cruce, como alcantarillas y puentes, por errores de diseño.
- e) Insuficientes alcantarillas en caminos, terraplenes y ferrocarriles, que atraviesan vías naturales de drenaje como vaguadas y cañadas.
- f) Nivel del terreno mas bajo, que el nivel del agua subterránea.

g) Ocurrencia de lluvias de intensidad y frecuencia extraordinaria, caídas directamente en el área de análisis.

La lluvia es el factor climático que más influye en las condiciones de drenaje de los cultivos, sin embargo, hay otros factores climáticos como la temperatura, la evaporación, la humedad relativa y el viento, que también influyen en la actividad fisiológica de las plantas. Todo esto ocurre cuando existen condiciones de sobrehumedecimiento (Méndez, 2000).

#### **2.1.8. Consecuencias perjudiciales del sobrehumedecimiento de los suelos.**

Las condiciones de mal drenaje e inundación de los terrenos, producen un conjunto de inconvenientes, que limitan su plena utilización. Las consecuencias de estos inconvenientes son muy variadas y dependen entre otros factores, de la extensión del área afectada. Mientras mayor sea el área que se analice, más complejas y disímiles pueden ser las afectaciones que se produzcan (Tanji, 2002).

#### **2.1.9. Influencia del sobrehumedecimiento sobre las propiedades físicas de los suelos.**

Las condiciones de sobrehumedecimiento afectan de manera apreciable a numerosas propiedades físicas de los suelos. En estas condiciones, no existe la cantidad de oxígeno necesario, por lo que el medio no es apto para la producción agrícola. Igualmente la estructura del suelo no es buena, presentándose compacto y poco permeable al agua. Esta última situación, define la permeabilidad de un suelo en condiciones de sobrehumedecimiento. Esta permeabilidad se afecta también, cuando en los suelos húmedos, los problemas de sodicidad, contribuyen a la degeneración de su estructura (FAO, 2000). Si se eliminan las condiciones de mal drenaje, mejora el contenido de aire del suelo, su estructura, la permeabilidad y su temperatura.

Si un suelo esta sometido a sistemáticas inundaciones, se corre el riesgo real de que las aguas que las producen, que vienen cargadas de sedimentos limosos y otros, sellen los poros del suelo, impidiendo la penetración del agua. Esta situación se torna importante aún en los suelos de buena velocidad de infiltración. Cuando este fenómeno de colmatación se produce, las lluvias que se presentan después de las

inundaciones son poco efectivas para la subsistencia de los cultivos (Hernández, 1992).

## **2.2 Influencia de la humedad excesiva sobre los cultivos.**

Dado que en los suelos con problemas de sobrehumedecimiento falta el oxígeno, la principal consecuencia de esta situación para los cultivos es que se produce una limitación en el intercambio gaseoso entre las raíces de las plantas y la atmósfera. La deficiencia de oxígeno va aparejada con una determinada concentración de CO<sub>2</sub>, que enrarece el medio y puede llegar a producir la muerte de las plantas, cuando este estado se prolonga. La magnitud de los daños que se le producen a las plantas dependerá del tipo de cultivo, de la duración de la inundación, de la fase de desarrollo del cultivo y de las condiciones climáticas (II Arroz, 2000).

Cada cultivo tiene un límite de tolerancia, dentro del cual no hay mermas importantes de producción. Ahora bien, a partir de ese límite, los daños que se ocasionan al cultivo, dependerán de la duración del efecto.

Las inundaciones y excesos de humedad en el suelo, principalmente en años lluviosos y zonas planas o mal niveladas, producen pudriciones de la raíz de la quinua, afectando fuertemente la producción, no solo por la asfixia de las raíces, sino también por el acamado de las mismas, existiendo una gran variedad genética que permite seleccionar cultivos con mayor tolerancia (Manso, 2006).

Las siembras en la época lluviosa, presentan menos problemas de virosis, pero pueden aumentar las enfermedades causadas por hongos, (Jaffuel, 2005). Las pérdidas de cultivos causados por las inundaciones pueden devastar comunidades y, si se extienden, afectar al mercado mundial.

### **2.2.1. Influencia sobre la mecanización agrícola.**

Uno de los problemas más graves que tiene que encararse en las áreas con problemas de sobrehumedecimiento, es el relativo a las dificultades para la mecanización de las labores (Kerkenesov, 1974). En ocasiones la situación ha llegado a ser tan crítica, que se ha tenido que utilizar la tracción animal para realizar ciertas labores imprescindibles, como la cosecha o la siembra.

Cuando existen condiciones adversas de humedad en los suelos, se presentan las situaciones siguientes:

- a) Los trabajos de roturación son deficientes; se retrasa la programación anual.
- b) Las atenciones culturales no se realizan ó se realizan fuera de tiempo y en ocasiones son de mala calidad.
- c) Se pierde mucha producción por dificultades con la cosecha mecanizada; o por dificultades para extraer lo cosechado.
- d) No se pueden cumplir las programaciones de siembra.
- e) Se pierde mucho tiempo, por ser muy lentas las labores en estas áreas;
- f) Se incrementa el índice de roturas de la maquinaria.
- g) Se compactan los suelos, cuando se trabajan fuera de t mperro.

Todas estas situaciones muestran, que en condiciones de humedad excesiva pueden llegar a ser tan graves y costosas para la mecanización, que obliguen a desistir de un programa de desarrollo agrícola, en un territorio (II Arroz, 2000).

### **2.2.3. Influencia sobre la sanidad vegetal, animal y humana.**

La existencia de humedad excesiva de los suelos por un largo período de tiempo, puede dar lugar a la aparición de plagas y enfermedades que afectan la salud de las plantas, los animales y los hombres. El sobrehumedecimiento favorece el desarrollo de diferentes enfermedades fungosas, que atacan a los cultivos; limitando la siembra de ciertas especies en los lugares donde existe ambiente desfavorable. En cuanto a las plagas, el problema consiste que en condiciones de humedad excesiva impiden o dificultan la entrada al campo de la técnica para su control; con lo cual se favorece su propagación y el incremento de los daños a los cultivos. Las malas hierbas, también encuentran un ambiente favorable para su desarrollo y propagación en estas condiciones. Las semillas de estas plantas indeseables, son difíciles de controlar, además son propagadas por la misma agua de escurrimiento, llevándolas a veces a lugares en los que se desarrollan mejor que los cultivos comerciales, a los que ahogan prácticamente. En estos casos se dice que el cultivo esta perdido en hierba (Méndez, 2006).

En cuanto a la sanidad animal; hay que decir que en condiciones de humedad excesiva, le hacen mucho daño al ganado en general. En estas condiciones, la

aparición y desarrollo de hongos y parásitos es muy común. En este ambiente húmedo, el control de estas infecciones, es difícil de realizar.

El hombre, al igual que los animales y las plantas, resulta muy perjudicado por la humedad excesiva (Bhutta, 2001). Más, en el caso humano, la connotación social es bien diferente; por lo que el control de las plagas que transmiten enfermedades, es de primera necesidad. La existencia de charcos y lagunas, han estado vinculados por lo general, con la aparición de la fiebre amarilla y el paludismo; enfermedades éstas que están erradicadas en Cuba. La población campesina sufre estos embates perdiendo fuente de trabajo e ingresos, y por ende, desmejorándose su calidad de vida. Los obreros deben practicar la trashumancia y muchos emigran en búsqueda de mejores condiciones.

#### **2.2.4. Otras afectaciones producidas por el mal drenaje y la inundación.**

La infraestructura rural es afectada fuertemente por las condiciones de humedad excesiva. Las vías de comunicaciones, como carreteras, caminos y terraplenes, son las que más rápidamente se deterioran por este hecho. Las vías cortadas por las inundaciones ó hundidas por la humedad excesiva en la sub-base, constituyen verdaderos desastres para la actividad agrícola. Cuando las inundaciones alcanzan grandes magnitudes, no solo se dañan las vías de comunicaciones, sino también las casas, los edificios, alcantarillas, canales y otras obras agrícolas (Méndez, 2009). Las condiciones de sobrehumedecimiento, en el sentido más amplio de esta expresión, ocasionan otros daños indirectos, que a veces son intangibles, y por lo tanto, difíciles de valorar. Los más comunes son los siguientes: dificultad para establecer plantaciones permanentes, problemas de transportación en el territorio agrícola, imposibilidad de lograr una adecuada diversificación agrícola, inseguridad para la siembra, atención y cosecha, los cultivos de interés solo pueden sembrarse en el periodo no lluvioso y dificultades para la ejecución de obras agrícolas.

#### **2.2.5. Disposición de las aguas drenadas.**

En determinados territorios con problemas de sobrehumedecimiento, se ha observado que existen diferentes tipos de obstáculos externos, que impiden la salida final de las aguas excesivas. En ciertos lugares a pesar de existir la red principal de drenaje, se tiene que las aguas por ella captada no tienen salida; por existir, o haber

aparecido después, ciertos obstáculos que se lo impiden. En estos casos la situación planteada puede llegar a constituir la causa principal de los empantamientos (Martínez, 1986).

La experiencia práctica ha demostrado, que lo más conveniente técnica y económicamente es el ataque a tiempo del problema de sobrehumedecimiento, precisamente por la eliminación de los obstáculos que impiden la salida de las aguas excesivas de la zona afectada (Méndez, 2006).

La construcción del drenaje costero conllevará a la disminución del aporte de sedimentos a las lagunas costeras, a la disminución de la salinidad del agua, a la reducción de la penetración de la intrusión salina en el agua subterránea, a la no contribución de la salinización secundaria de los suelos, a la disminución de áreas con muy bajos rendimientos para el cultivo del arroz, al aumento de las producciones del cereal y a la final disminución de las importaciones del mismo (Dartayet, 2005).

Los drenajes costeros, una vez terminados de construir y rehabilitar adecuadamente, serán una preocupación para todas las empresas agropecuarias, pues los arrastres de suelos de los campos y desagües menores; más las influencias de las mareas, siempre estarán presentes. Volviendo a crear esta misma situación que se está estudiando. Los proyectistas y constructores, tendrán un reto aquí frecuente, abrir canales hacia el mar como solución expedita, asumiendo las consecuencias de esa discusión o la adopción de grandes compuertas accionadas mecánica o automáticamente, grandes estaciones de bombeo; y otras soluciones (Capote; Méndez; Arteché, 1974).

#### **2.2.6. El drenaje de campo.**

El drenaje de campo o drenaje parcelario, es el drenaje agrícola aplicado al área que corresponde a la unidad mínima de trabajo de la agricultura. Esta es la que logra el uso óptimo de la mecanización de las labores agrícolas dentro de una superficie delimitada por un conjunto de caminos y guardarrayas (Méndez, 2000).

#### **2.2.7. La red principal de drenaje.**

En las áreas agrícolas pueden penetrar determinados volúmenes de agua procedentes de las lluvias, del desbordamiento de los ríos, del flujo subsuperficial, del escurrimiento superficial procedente de las zonas altas y de los canales de riego

situados en el exterior de las mismas. Normalmente estos volúmenes exceden las necesidades del cultivo, fundamentalmente en las áreas bajo riego. Cuando los procesos de evapotranspiración y los drenajes superficiales y subsuperficiales naturales son incapaces de mantener el balance hídrico favorable, para el desarrollo de los cultivos agrícolas, será necesario extraer artificialmente estos volúmenes en exceso. Esto se puede lograr con la ayuda de la llamada red principal de drenajes (Van Dort, 1983). La misión de esta red es la de recibir las aguas extraídas del campo agrícola (parcela), transportarla y garantizándole su salida definitiva hacia un receptor, si la misma se encuentra deficitaria conlleva al sobrehumedecimiento de estas áreas.

#### **2.2.8. Necesidad de un buen funcionamiento del sistema de riego y de drenaje para el cultivo del arroz.**

La práctica mundial muestra que en los sistemas de riego del arroz, sin red de drenaje, la recuperación de los suelos salinos es menos intensiva y generalmente se limita a una capa poco profunda y superficial de suelo. Además, en la gran mayoría de los mismos, se observa en mayor o menor grado, indicios de salinización secundaria de los suelos y de empantanamiento de los territorios limítrofes (Herrera, 1999). Un insuficiente drenaje y la carencia de medios contra las pérdidas de agua por infiltración en los sistemas de riego, conlleva a un aumento del nivel del manto freático y por consecuencia de esto, se implica un impacto negativo del suelo. Solamente en aquellos lugares que posean buenas condiciones de drenaje, el nivel del manto freático se estabiliza a determinada profundidad, impidiendo con ello el desarrollo del empantanamiento. Si las condiciones del drenaje natural no garantizan la eliminación del exceso del agua, se hace indispensable una red ingenieril de drenaje (Méndez, 2010). De faltar esta red, el nivel del manto freático alcanza o supera la profundidad crítica, con todas las consecuencias negativas que se desprendan de este fenómeno.

En este contexto, suelen considerarse importantes y significativos, los resultados obtenidos en lisímetros, parcelas experimentales y observaciones de campo, sobre la influencia del sobrehumedecimiento o el nivel freático en varios cultivos de importancia en Cuba como es el cultivo del arroz (Méndez, 2009).

**2.2.9. Beneficios socioeconómicos, agrícolas y medioambientales del drenaje.**

El drenaje de las tierras húmedas ha jugado un importante papel, en el progreso de la humanidad. Ha sido el resorte utilizado para ampliar su capacidad de incrementar la producción agrícola, tanto en cantidad como en calidad y para la mejora de su entorno, haciendo su subsistencia más civilizada (Galloway, 1982). El mismo ha sido una de las formas más persistentes y recompensadas de las intervenciones creadoras del hombre en la naturaleza. Mediante numerosas vías, ha convertido en áreas altamente productivas a las ciérganas, los pantanos, los deltas, los valles y otros lugares bajos. La rehabilitación de estas áreas, ha creado, en la mayoría de los casos, un ambiente más favorable para el asentamiento humano, su desarrollo económico y su progreso social (Shaden, 2002). También aparece claramente como una de las prácticas más importantes de que dispone la agricultura contemporánea para la recuperación y el manejo más adecuado de las aguas de riego en numerosos cultivos y principalmente en el cultivo del arroz (Méndez, 1984).

El mayor impacto de este se ha obtenido por lo general, en los rendimientos agrícolas, y no en otras actividades vinculadas a las atenciones al cultivo. Este beneficio es superior cuando de más de 30 % de incremento en suelos que antes estaban fuertemente limitados por el sobrehumedecimiento (Rhoades, 1992).

La introducción del drenaje contribuye además, al control o eliminación de una gran variedad de peligros para la salud animal o humana, asociada al exceso de agua existente dentro o sobre la superficie del suelo. El mismo contribuye a la eliminación de sustancias contaminantes del suelo, bien por la vía de la lixiviación o por posibilitar la entrada de más aire al medio. El beneficio del drenaje se observa en la actualidad, en muchas esferas de la economía agrícola humana (Méndez, 1992).

Estos beneficios, según señala Keizrul (2000), se pueden resumir en lo siguiente:

- El drenaje promueve beneficios de la actividad bacteriana y mejora su sanidad; también existe menos escurrimiento superficial y erosión del suelo de las tierras drenadas.
- Se mejora la traficabilidad de la maquinaria, reduciendo los daños estructurales del suelo. La experiencia muestra que se reduce la compactación del mismo y requiere menos energía de los equipos utilizados

en la preparación de tierra, en la siembra, atenciones culturales y en la cosecha.

El drenaje posibilita que los rendimientos de los cultivos se incrementen debido al mejoramiento del manejo del agua y la absorción de nutrientes por las plantas. También pueden plantarse cultivos de mayor valor económico y existe flexibilidad para introducir nuevos y mejores sistemas de siembras (Méndez, 2006).

En general hay un incremento del valor de la tierra y su productividad. Todo lo anterior conduce a que se incrementen las entradas económicas y se reduzcan las incertidumbres en la obtención de los resultados de todo tipo. Es bueno señalar adicionalmente que el drenaje mantiene una favorable situación salina y de ventilación en la zona radical del cultivo (Moore, 1993).

La garantía de las adecuadas salidas de las aguas drenadas mediante los colectores correspondientes, es un aspecto que no debe, ni puede olvidarse en esta temática del drenaje agrícola (Méndez, 2011).

### III – MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del área de estudio.

El estudio se realizó en la UBPC “Mapos”, perteneciente al CAI Arrocero “Sur del Jíbaro”, que se encuentra ubicada en el municipio La Sierpe, provincia Sancti Spiritus, entre las coordenadas N: 208.3 y S: 665.3, con una superficie total de 5858.88 ha, dedicadas al cultivo del arroz y con altura sobre el nivel medio del mar que oscila entre 0.5 y 2.0 m.

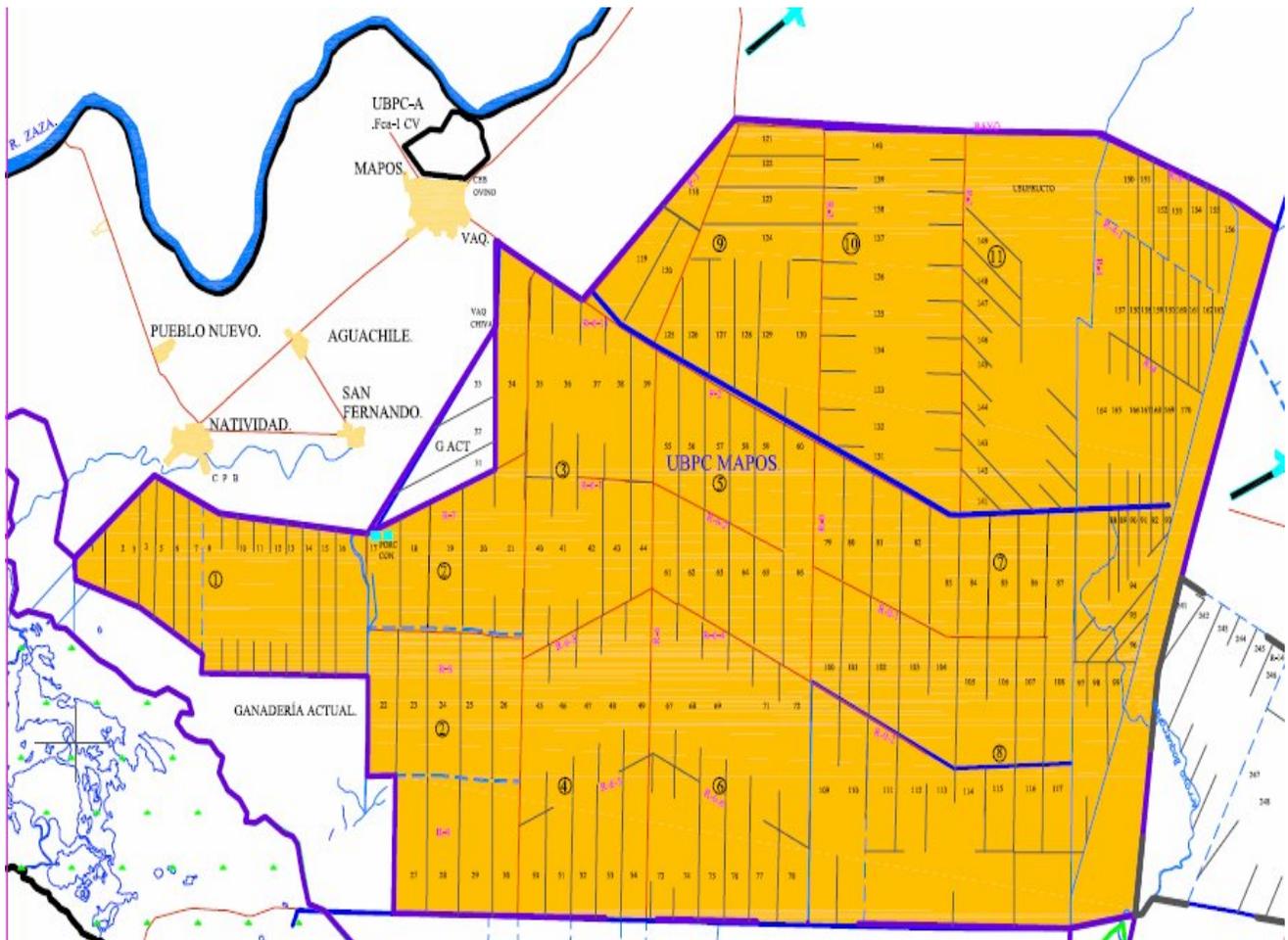


Figura 1 . Localización del área UBPC Mapos.

### **3.2 Caracterización de la UBPC Mapos.**

Para la realización de esta caracterización se siguió el procedimiento expuesto por Méndez (1985), según el cual se analizan los siguientes aspectos:

#### **3.2.1. Clima e Hidrología.**

Los datos de lluvia mensuales se tomaron de los pluviómetros situados en T:C 7 de Noviembre y T:C Mapos. La temperatura y la humedad relativa se obtuvieron de una serie decenal de 20 años, calculada para la zona de Mapos por la Estación Territorial de Investigaciones del Arroz (ETIA) (2009). La Evapotranspiración media mensual fue calculada por el método Penman M para las condiciones de la UBPC Mapos a partir de los datos recopilados en la estación experimental.

#### **3.2.2. Suelo.**

Para el estudio de suelos se recibieron datos del Departamento de Suelos y Fertilizantes de la provincia Sancti Spíritus, (2009). Las características de los suelos fueron tomadas del mapa 1:25 000 del municipio La Sierpe.

#### **3.2.3. Topografía.**

El estudio de topografía se obtuvo de la Solicitud de Licencia Ambiental: Rectificación del Drenaje Costero (1999).

#### **3.2.4. Salinidad.**

Los parámetros de salinidad del suelo fueron tomados de los datos reportados por el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la provincia Sancti Spíritus para los años 1986-1996, obtenidos al realizar el estudio agroquímico del área.

#### **3.2.5. Características hidrogeológicas y calidad del agua para el riego.**

Las características hidrogeológicas fueron tomadas del Boletín Hidrológico de la Cuencas; informado por la UEB Recursos Hidráulicos en La Sierpe; además auxiliado por la Licencia Ambiental Proyecto de Drenaje Costero UBPC “Mapos”, 1999.

El análisis del agua fue realizado por el laboratorio del Instituto de Recursos Hidráulicos en Sancti Spíritus, lo cual permitió abordar todo lo concerniente a la calidad del agua de riego.

### **3.2.6. Situación de los drenajes costeros.**

La información se obtuvo mediante visitas en diferentes épocas, durante la realización del trabajo con el objetivo de recopilar toda la información necesaria para ejecutar la tarea. Los datos recopilados fueron tomados de los registros estadísticos e informes realizados por la UBPC hasta el año 2009.

### **3.2.7. Estado técnico de los sistemas de riego y de drenaje; de caminos, terraplenes y obras de fábricas.**

Para la realización de esta observación se obtuvo mediante visitas realizadas a las áreas, consultas con los obreros e ingenieros vinculados con la actividad, así como fotos tomadas en el lugar.

### **3.2.8. Análisis de las áreas de mal drenaje, inundación y salinidad.**

Para el análisis de esta información se utilizó el balance de áreas realizado de la UBPC Mapos hasta el año 2009, donde fueron tomados los canales de drenaje costeros, el área agrícola total de la UBPC vinculada a cada uno de estos canales, además del área sin y con afectación existentes en la misma.

### **3.2.9. Comportamiento de la maquinaria en áreas sin y con afectación de mal drenaje e inundación.**

En este análisis se tomó las horas de trabajo de la maquinaria y consumo de combustible gastado por dicha maquinaria tanto en áreas sin y con afectación de mal drenaje e inundación. Dichos datos fueron tomados de informes estadísticos existentes en la UBPC.

### **3.3. Análisis de los rendimientos y la producción en áreas sin y con problemas de mal drenaje e inundación.**

Para la realización del análisis, se tomaron áreas sin y con afectación de mal drenaje, inundación en el período del 2005 hasta el 2009. La información sobre la producción, el rendimiento, se obtuvieron a partir del compendio histórico de la empresa hasta el 2009.

### **3.4. Comportamiento del rendimiento y volumen de producción estimado perdido en áreas que no se siembran por estar afectadas por salinidad.**

Este comportamiento del rendimiento fue obtenido durante los años del 1985-1996 y por tener altos índices de salinidad fueron dejados de sembrar dichas áreas. Este resultado fue tomado de registros estadísticos históricos de la UBPC. Para calcular el volumen de arroz estimado en estas áreas, se tomó el área afectada por salinidad y el rendimiento promedio en áreas sin problemas de mal drenaje e inundación.

### **3.5. Afectaciones producidas al medio ambiente.**

Los impactos ambientales observados fueron tomados de la Licencia Ambiental Proyecto de Drenaje Costero UBPC “Mapos”, 1999.

### **3.6. Valoración económica**

La valoración se realizó a partir de la ficha de costo para la producción de arroz húmedo en la UBPC Mapos actualizada para el año 2009; teniendo en cuenta dichas afectaciones por los problemas de mal drenaje y salinidad se tomó los indicadores de producción y la magnitud de las áreas afectadas.

#### IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Caracterización de la UBPC “Mapos”.

La Unidad Básica de Producción Cooperativa, desde su creación, se dedica a la producción de arroz, con un total de 170 campos. De ellos no se siembran 40 por problemas de mal drenaje, inundación y salinidad. Las variedades que se siembran son: J-104 y Lp-5, su ciclo vegetativo es según la variedad, puede variar de 110-125 en la campaña de primavera (Mayo-Octubre) y de 125-155 días en la época de frío (Noviembre-Abril)

La tecnología de preparación de suelo que generalmente se emplea son: fangueo directo, seco fangueo y herbicida fangueo, sustentada sobre la base de un sistema de riego por gravedad, ubicada en la parte norte de la UBPC.

Las labores agrotécnicas del cultivo, incluyendo el manejo de agua se realizan según los instructivos Técnicos del Arroz (2005). Los volúmenes de agua que se aplican, varían entre 12100-18100 m<sup>3</sup>\*ha<sup>-1</sup>, 11600-15000 m<sup>3</sup>\*ha<sup>-1</sup> y 13200-17100 m<sup>3</sup>\*ha<sup>-1</sup>, en dependencia del ciclo y de la variedad para cada una de las tecnologías mencionadas con anterioridad.

##### 4.1.1. El clima y la hidrología.

El análisis de los datos de precipitaciones (tabla 1), reflejan que la media anual es de 1393.8 mm, de la cual el 84.1% cae en el período lluvioso (mayo-octubre), mientras que el 15.9 % ocurre durante el período seco. Los meses más lluviosos son junio y septiembre con 225.5 y 214.2 mm, respectivamente. Diciembre el mes más seco con 28.4 mm.

**Tabla 1. Características climáticas de la UBPC Mapos.**

Meses	Temperatura (°C)		Humedad Relativa	Lluvias	Etp (Penman)	Viento medio
	Máxima	Mínima	%	(mm)	(mm)	Kms. x h <sup>-1</sup>
Enero	28.5	16.1	81	30.1	79.6	7.5
Febrero	29.3	16.3	78	35.5	76.9	7.8
Marzo	30.3	17.3	76	39.6	123.5	8.2
Abril	31.4	18.6	75	58.5	143	7.9

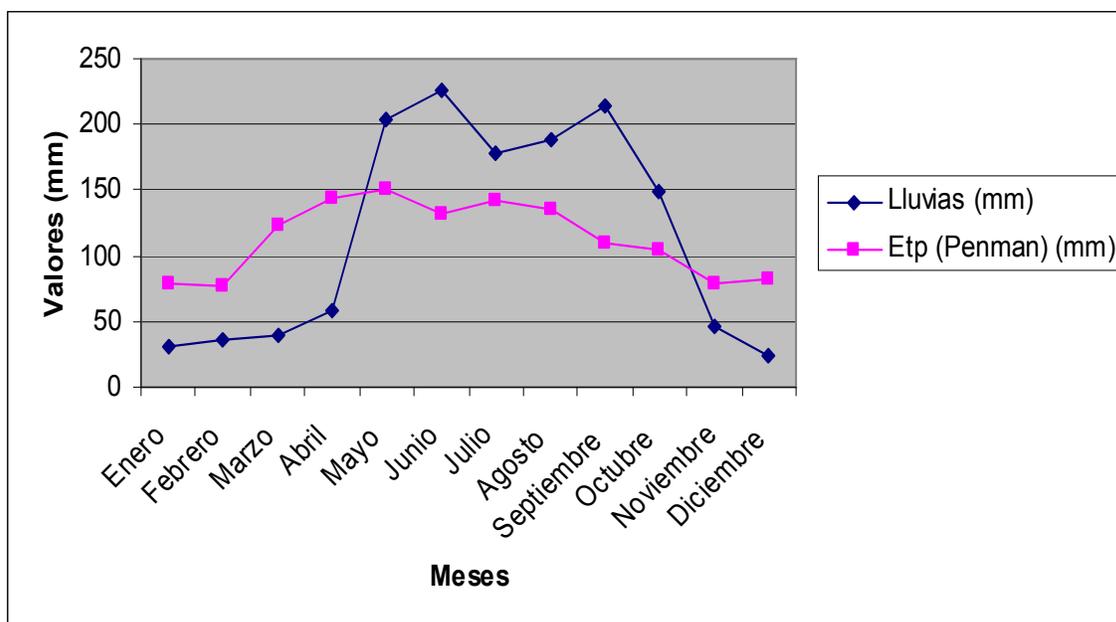
## Resultados y Discusión

Mayo	32.0	20.7	79	204.5	151.2	6.4
Junio	32.4	22.3	83	225.5	131	5
Julio	33.2	22.4	82	178.1	142.5	5.5
Agosto	33.1	22.5	83	187.9	135.4	4.5
Septiembre	32.4	22.3	86	214.2	109	3.8
Octubre	31.4	21.4	86	149.7	105.3	4.4
Noviembre	30.1	19.7	84	45.4	79	6.2
Diciembre	28.8	17.6	82	24.8	82.7	7.1
<b>Est. Seca</b>	<b>28.0</b>	<b>17.6</b>	<b>79.3</b>	<b>233.9</b>	<b>584.7</b>	<b>7.5</b>
<b>Est. Lluvias</b>	<b>32.42</b>	<b>21.9</b>	<b>83.2</b>	<b>1159.9</b>	<b>774.4</b>	<b>6.3</b>
<b>Prom. Anual</b>	<b>31.1</b>	<b>19.8</b>	<b>81.25</b>	<b>1393.8</b>	<b>1359.1</b>	<b>6.0</b>

La temperatura, según la Delegación Provincial de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) (2009), es bastante uniforme en todo el año. El valor mínimo, se registra en enero (invierno), con 16.1 °C y los valores máximos medios de 32 °C. En el período lluvioso es de 32.42 °C (Ver tabla 1). Señala Pérez (2001), que este comportamiento es bueno para las variedades de arroz que se siembran en la parte central de Cuba; pero que sin embargo también propician los fuertes enyerbamientos en los campos, en los canales de riego y de drenaje de la UBPC, lo que provoca serios problemas de empantanamientos.

La dirección del viento predomina de Este (E) a Noroeste (NE); su velocidad media oscila entre 3.8 y 8.2 Kms. x h<sup>-1</sup> (Ver tabla 1). Dadas las condiciones de sobrehumedecimiento que se han señalado, la situación más interesante que se puede señalar es que según los técnicos locales; que cuando esa velocidad supera los 10 Kms. x h<sup>-1</sup>, comienza a incrementarse el nivel de acame del arroz, sobre todo en las variedades de porte alto. Este hecho complica las labores de corte del cultivo. En la figura 2, se muestra el comportamiento de la lluvia y la evapotranspiración (Etp) media mensual, en la misma es posible observar que durante los meses de mayo a octubre hay un exceso de precipitaciones, unido a las características del suelo y la topografía del área que provoca el sobrehumedecimiento del suelo, lo que

retrasa las actividades de preparación de tierra y provoca además la disminución de los rendimientos.



**Grafico 1.** Relación entre la lluvia y la Etp en la UBPC Mapos.

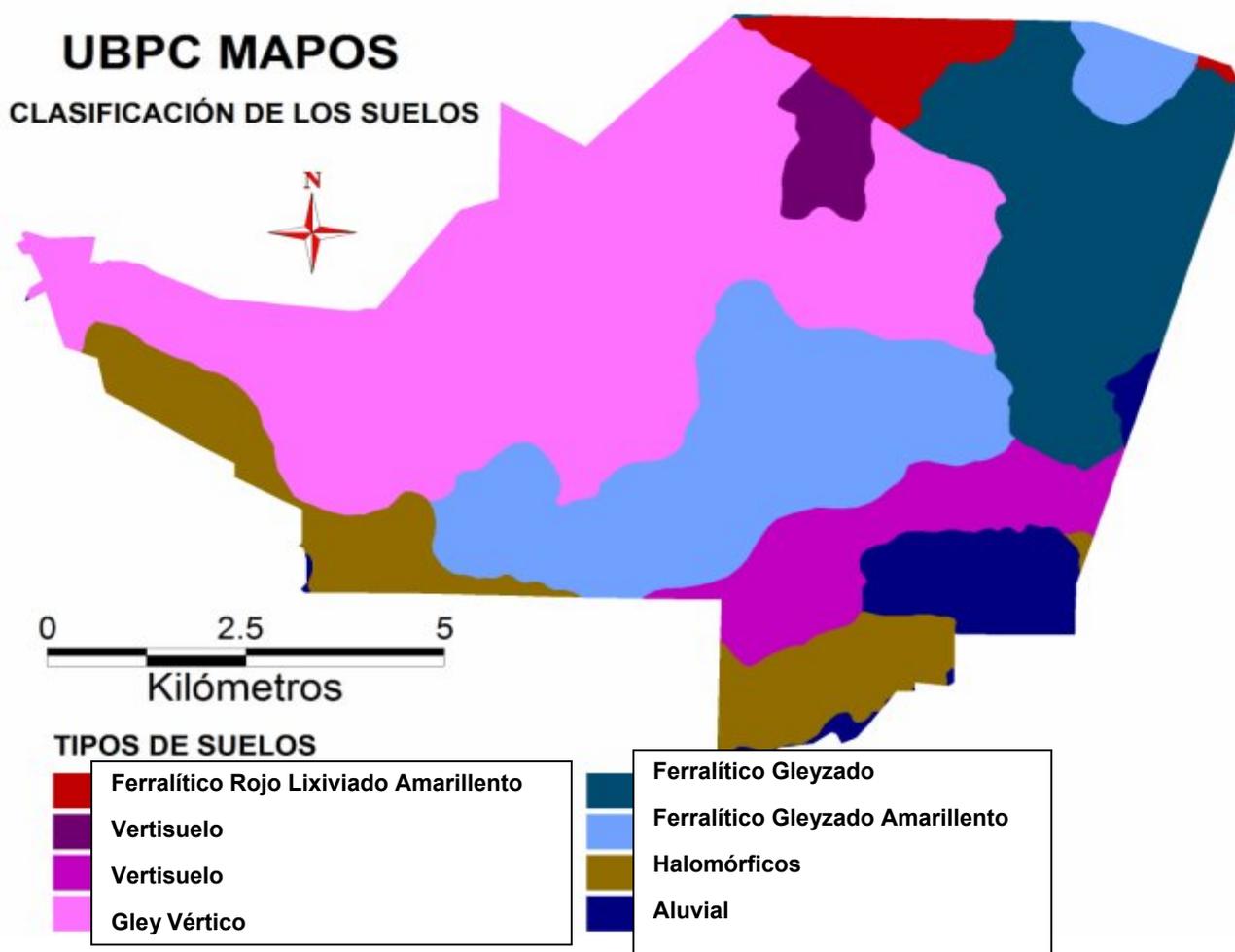
La hidrología superficial del área está conformada por áreas de deposición de las llanuras aluviales del arroyo Naranjo y el arroyo Boquerones. El arroyo Naranjo corre en la región central, la corriente media en su desembocadura es de 66 millones de  $m^3$  / año y pierde por infiltración 10 millones de  $m^3$  / año aproximadamente. lo está influenciando sobre las aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas del cuaternario están a menos de 2.5 metros y la mineralización es muy alta. La llanura marina se encuentra diseccionada horizontalmente por la presencia de pequeñas corrientes temporales. , las cuales también producen peligrosas inundaciones por no poseer importantes obras de regulación. Esta red hidrográfica tiene un desarrollo lineal de N-S, donde la mayoría de los arroyos temporales, se pierden antes de llegar a la costa. Las inundaciones señaladas, unidas a los obstáculos naturales y artificiales existentes, agravan no solo los problemas de humedecimiento por el estancamiento de las aguas que no tienen salida; sino también por la falta de colectores de drenaje y por la obstrucción de los drenajes costeros que no tienen salida para el mar. Señala FAO (1988), que estas

aguas provenientes de los escurrimientos vienen cargadas con muchos sedimentos, los mismos son arrastrados desde las partes altas y en numerosas ocasiones son salinos cuando se ponen en contacto con las franjas costeras ya salinizadas.

### **4.1.2. Suelo**

En esta zona, según Vargas (1999), predominan los suelos gley vérticos; y los halomórficos en la faja continua a la llanura palustre-marina; ferralítico gleizado amarillento en las áreas cercanas al arroyo Boquerones. Señala el II Arroz (2005), que estos suelos gley vérticos son arcillosos, en los que predominan las bases de Ca y de Mg, con ph neutro a ligeramente alcalino fundamentalmente. Además en la franja costera predomina el solonchak mangle y que posee alto contenido de sales en la parte superior del perfil. Además estos suelos, por lo general están poco aireados, son bajamente permeables y tienen débil capacidad de filtración, lo cual determina Van Hoorn (1978), que estas áreas presentan un drenaje tanto interno como superficial, deficiente.



**Figura 2.** Mapa de clasificación de los suelos en la UBPC Mapos.

#### 4.1.3. Problemas creados por la topografía.

El relieve es muy llano con cotas bajas que alcanzan 2.0 metros sobre el nivel del mar y van decreciendo hacia el Sur con pendientes muy pequeñas. Colindando con la costa se desarrollan pantanos costeros, con cotas inferiores a 0.5 metros sobre el nivel del mar, que conforman la llanura acumulativa lacuno palustre de la costa. Esta llanura se caracteriza por la acumulación de depósitos aluviales, cieno y margas fundamentalmente, así como por la formación de turbas. Las mismas presentan un humedecimiento excesivo y un estancamiento permanente de las aguas.

La situación descrita según señala León (1998), propicia los problemas de mal drenaje e inundación, así como las inundaciones de las áreas por obstrucción de los conductos de drenajes.

#### 4.1.4. Influencia de las características geológicas e hidrogeológicas en las condiciones de sobrehumedecimiento y salinidad predominantes en la UBPC Mapos.

El territorio está conformado por sedimentos cuaternarios, con arcillas y arenas producto de la erosión de las áreas más altas. El traslado, redeposición y acumulación de los sedimentos, se ha llevado a cabo bajo condiciones complejas de trasgresiones y regresiones repetidas y alternadas; ocurriendo bajo la acción de agentes aluviales, marinos, proluviales y gravitacionales. Estos depósitos cuaternarios de gran potencia, se encuentran sobre rocas calizas. El nivel de las aguas freáticas, se encuentra entre 0.5 y 2 metros de la superficie. Las mismas son altas y están creando problemas de mal drenaje e inundación en diferentes sitios de la UBPC; pues estas no son explotadas producto a que el agua superficial es suficiente para el desarrollo del cultivo.

#### 4.1.5. Calidad del agua

Para el análisis de la calidad del agua, se tiene en cuenta el análisis del agua superficial que se obtiene de la cuenca Zaza que alimenta a la UBPC mediante el canal principal C-P1. En la Tabla 2, se presentan algunas características que evalúan dichas aguas. Las aguas subterráneas se pueden extraer de la cuenca subterránea SS-18 con un volumen útil total de 84,0 Hm<sup>3</sup> y un volumen disponible para el arroz de 71,4 Hm<sup>3</sup>. Esta fuente no se explota.

**Tabla 2.a.b.** Características físicas y químicas de la fuente superficial de abasto para el cultivo del arroz en la UBPC Mapos (valores medios 2005-2009).

a)

Fuente de Abasto	pH	EC mmhos/cm <sup>2</sup> .	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CL <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Ca	Mg	Na	SST ppm	B
Derivadora Sur del Jíbaro	8	0,571	229	63	28	41	23	49	433	0,1

b)

Fuente de Abasto	RAS ajustado	SE	Na <sup>+</sup>	CL <sup>-</sup>	B	CSR	% Mg
		meg/L					
Derivadora Sur del Jíbaro	2,6	2,34	2,13	1,77	0,1	0	5,31

Según Ayers (1985), el agua utilizada superficialmente para este cultivo, tiene una calidad de adecuada y resultando sólo de mediano riesgo, cuando el nivel desciende mucho en épocas de seca; para los años que se realizó la prueba. Aunque en la tabla 2a se muestra ligeramente elevado el ph, debido a que este cultivo se desarrolla óptimamente en un ph ligeramente ácido; los demás parámetros como la conductividad eléctrica, el calcio y el cloro se encuentran en la categoría de bueno y el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, en medio.

**Tabla 3.a.b.** Índices de calidad del agua para el cultivo del arroz.

a) RAS ajustado cuando CE es menor que 400 mmhos/cm<sup>2</sup>.

RAS ajustado	Calificación
<6	No hay riesgo de alcalinización
6-9	Moderado riesgo de alcalinización
>9	Grave riesgo de alcalinización

b) Criterio de toxicidad.

Ion	Inexistente	Creciente	Graves
Na	<3	3-9	>9
Cl	<4	4-10	>10
B	<0.7	0.7-2.0	>2.0

En la tabla 3a se muestran los índices de calidad del agua para el cultivo del arroz y según el Reglamento para la organización, operación y mantenimiento de los

sistemas de riego y drenaje validanel uso de esta agua para el riego del cultivo. El RAS ajustado se mantiene por debajo de los límites exigidos.

### 4.1.6. Situación de los drenajes costeros.

Los drenajes costeros, constituyen la red de colectores, que tienen la misión de llevar al mar todas las aguas excesivas de la UBPC, o bien sea de lluvia o de riego (Méndez, 1983). Pero en la misma no están cumpliendo esta función por las siguientes razones:

- Unos nunca fueron terminados de construir.
- Otros están en mal estado técnico, que prácticamente no evacuan las aguas excesivas.

Esto fue observado en visitas realizadas a las áreas e informado en nota de prensa por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH, 2009). Este comportamiento es común para todas las arroceras del país.

La situación del estado técnico de los drenajes costeros en la UBPC Mapos, se presenta en la tabla 4.

**Tabla 4.** Situación de la red de canales de drenajes costeros.

Canales de Drenaje Costeros	Km.	Estado técnico del canal (Km.)		
		B	R	M
Costero Ingerida	4.1	-	-	4.1
Ing. 2	1.5	-	-	1.5
C-11-1	1.75	-	-	1.75
C-0-2	1.3	-	-	1.3
I	2	-	-	2
Total	10.65	-	-	10.65

B- El Agua fluye sin grandes dificultades.

R- El agua fluye entre el 40 -60 % del caudal de diseño.

M- El agua no fluye más del 10 % del caudal de diseño.

Como se observa, el estado actual de estos canales muestra que no están en condiciones de evacuar las aguas excesivas que se producen en las áreas de siembras de la UBPC, producto al mal estado técnico que presentan los mismos. Según plantea el IIArroz (2006), que los canales de drenaje tienen que encontrarse en buen estado técnico, pues los mismos realizan la función de evacuar las aguas

excesivas de los campos cuando se realiza el drenaje de los campos y si los mismos están en mal estado no se puede realizar un eficiente manejo del riego. En la actualidad estos drenajes costeros obstruidos o sin funcionamiento, influyen agravándolas, en todas las manifestaciones de mal drenaje, inundación y salinidad de la UBPC.

### **4.1.7. Estado técnico de los sistemas de riego, la falta de mantenimiento y de reparación de la red de colectores de drenajes.**

Otra fuente importante del agravamiento de los problemas de mal drenaje, inundación y salinidad de los suelos de la UBPC, lo constituye los sistemas de riego sin nivelación, que se desbordan y las aguas excesivas pasan a otras terrazas rompiendo los diques construidos por las curvas de nivel. También la falta de mantenimiento y reparación de los mismos, estructuras de entrega y distribución del agua, según señala en las memorias del evento del primer encuentro técnico del arroz, realizado en los años 1974-1975, son causantes de problemas de mal drenaje (Palacios, 1969). En las figuras 3, 4, 5 y 6 se puede observar la gravedad de la situación en la actualidad.



**Figura 3. Canal de drenaje I.**



**Figura 4 Canal de drenaje C-0-2**



**Figura 5. Canal de drenaje lote 2**



**Figura 6. Canal de drenaje lote 5.**

La red colectora de la aguas drenadas y sobre todo, la que lleva los excesos de agua a su destino final (casi siempre el mar); cuando están deficientemente conservadas, son la causa de graves problemas de empantanamiento y al existir sobrehumedecimiento excesivo del suelos provocar la salinización secundaria en las arroceras del país (Méndez, 1983).

A lo anteriormente expuesto hay que añadir, que el mal manejo del riego por aniego, con la aplicación de altas e innecesarias normas del riego y la falta del metraje del agua, que necesita este cultivo, tanto en las áreas estatales como campesinas (García, 2002).

**4.1.8. Estado técnico de los caminos, terraplenes y obras de fábricas.**

Para un buen desarrollo de la producción de arroz es necesario que se cumplan según el IIArroz (2006), que los caminos deben ser transitables todo el año, para tener acceso a las áreas de siembra, para la introducción de la maquinaria en el campo, tanto para la preparación de suelo como para la cosecha. A continuación se presenta el estado técnico en que se encuentran los caminos, terraplenes y obras de fábricas de la UBPC.

**Tabla 5.** Estado técnico de los caminos y terraplenes.

Tipo	Longitud (Km.)	Área que beneficia	Estado técnico actual (Km.)		
			B	R	M
Primario	25	4207	3	-	22
Secundario	44	4207	-	-	44

Total	69	-	3		66
-------	----	---	---	--	----

Se observa en la tabla 5, que los problemas de mal drenaje e inundación reportados afectan de manera significativa no sólo a las áreas agrícolas de esta UBPC, sino también a toda la infraestructura en general. De los 69 Kms. de caminos y terraplenes totales existentes (según informes del Dpto. Riego del CAI Arrocero, 2010), sólo 3 Kms. se encuentran en buen estado y los restantes 66 Kms, en mal estado, producto a las malas condiciones de los sistemas de drenaje, a la falta de mantenimiento de los mismos, también debido a los problemas de sobrehumedecimiento existente en el área. En las figuras 7 y 8 se muestra como se encuentra dicho estado.



**Figura 7. Terraplen El Bayo.**



**Figura 8. Terraplen R-2.**

**Tabla 6.** Estado técnico de las obras de fábricas

Tipo	Cantidad (uno)	Área que beneficia	Estado técnico actual		
			B	R	M
Primario	15	4197	-	5	10
Secundario	52	4197	-	18	34
Total	67	-	-	23	44

En la tabla 6, se observa que el 65% de las obras de fábricas existentes en la UBPC, se encuentran en mal estado, debido a la falta de mantenimiento de las mismas. Además se plantea el II Arroz (2000), que en condiciones de humedad excesiva, no deben ser explotadas para evitar la deformación de sus parámetros de diseño. A continuación en las figuras 10 y 11 se muestra en que condiciones se encuentran las mismas.



**Figura 10. Obra de toma R-2**



**Figura 11. Obra R-2-1.**

Méndez (2009), plantea que en condiciones de humedad excesiva, las vías cortadas por las inundaciones; o hundidas en la sub.-base, constituyen verdaderos desastres para la actividad agrícola. Cuando las inundaciones alcanzan grandes magnitudes, no solo se dañan las vías de acceso a las áreas, sino también afecta en cierta medida, a la producción de este cultivo tan importante.

#### **4.1.9. Categorías de los Problema definidos a partir de la caracterización.**

La caracterización presentada posibilitó conocer en detalle, cuales eran las fuentes de los problemas de mal drenaje, inundación y salinidad en la UBPC, las cuales pueden resumirse en:

- Los problemas de inundaciones, desde los ríos y corrientes superficiales menores; drenajes obstruidos y la falta de drenajes internos, definen las dos primeras categorías: Defensa contra inundaciones y red de colectores internos de drenaje.
- Los problemas de los suelos; el nivel del manto freático alto; la falta de nivelación y las deficiencias en la construcción de los diques definen la tercera categoría: drenaje parcelario superficial y subsuperficial.
- La inexistencia y tupición de los drenajes costeros, definen la cuarta categoría: la disposición de las aguas drenadas.

Lo anteriormente expuesto coincide con lo dicho por Méndez (1983 y 2010) y Vigoa (2000) y dan lugar a las siguientes afectaciones:

- Disminución de los rendimientos en áreas sembradas y pérdida de la producción total en áreas que se dejan de sembrar por estos factores limitantes.
- Aumento de la traficabilidad sobre la superficie del suelo agrícola de los equipos utilizados en preparación de tierra.
- Mal estado de los caminos y obras de fábricas.
- Alteración del medio ambiente en general.

### 4.2. Análisis comparativo de las áreas sin y con problemas de mal drenaje, inundación y salinidad.

A continuación se presenta en la tabla 7, el balance de áreas sin y con afectaciones de mal drenaje, inundación y salinidad correspondiente al área vinculada a cada canal.

**Tabla 7.** Balance de áreas sin y con afectaciones de mal drenaje, inundación y salinidad.

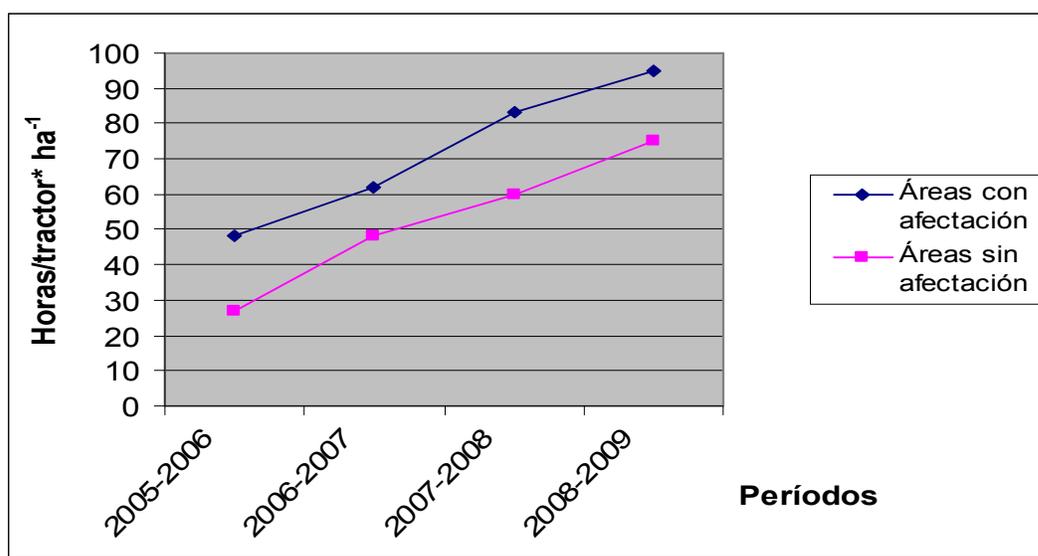
Canales de Drenaje Costeros	Área total agrícola vinculada al canal (ha)	Área sin afectación (ha)	Área con afectación (ha)	% de afectación	De ellas	
					Mal drenaje e inundación	salinidad
Costero Ingerida	2337,76	38,81	2298,95	98	2253,95	45,0
Ing. 2	351,87	221,87	130,0	37	0,0	130,0
C-11-1	782,65	582,65	200,0	26	200,0	0,0
C-0-2	1193,3	907,3	286,0	24	0,0	86,0
I	1193,3	1193,3	0,0	0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>5858,88</b>	<b>2943,93</b>	<b>2914,95</b>	<b>50</b>	<b>2653,95</b>	<b>261</b>

Como se puede observar, el 50 % del área total de la UBPC está siendo afectada por mal drenaje, inundación y salinidad; producto al mal estado técnico de los 10.65 Km. tabla 4 de drenajes costeros. Este por ciento de área como se verá más adelante influye negativamente en la producción arrocerá de la misma.

#### 4.2.1. Comportamiento de la maquinaria en el período del 2005 hasta el 2009, en áreas sin y con problemas de mal drenaje e inundación.

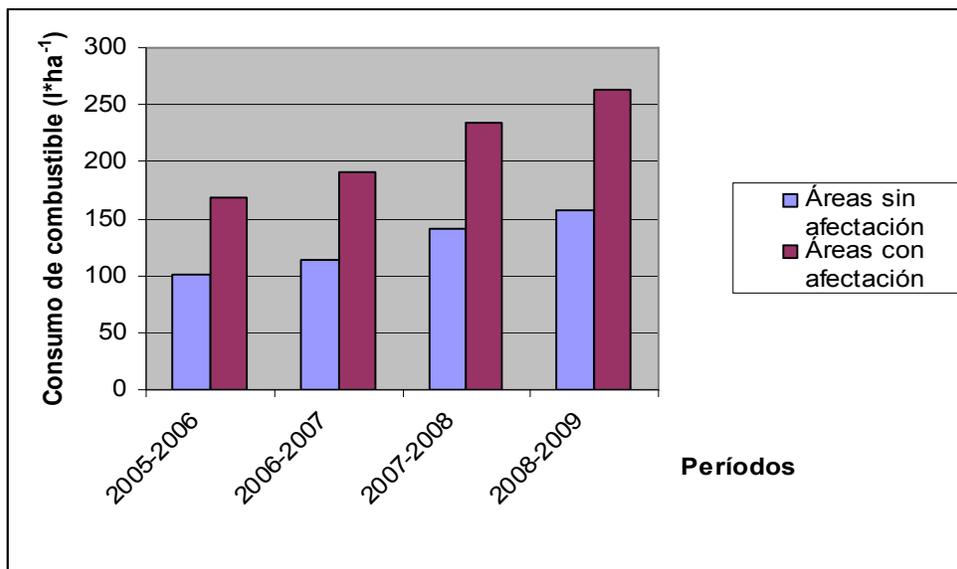
Para que exista buena preparación de suelo y las áreas estén listas para la siembra, las mismas deben haber recibido un adecuado mantenimiento de su red de canales y haber realizado un satisfactorio alisamiento del microrelieve. Si esto no existe, puede provocar según II Arroz (2000), un mal funcionamiento de la maquinaria en los campos. Además plantea Méndez (2006), en áreas que existe afectación de sobrehumedecimiento, las labores de preparación de suelo, se pierde mucho tiempo de trabajo de la maquinaria, por ser muy lentas las labores en estas áreas. A continuación se presenta su comportamiento, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: horas/tractor y consumo de diesel en áreas sin y con afectación de mal drenaje e inundaciones.

En el gráfico 2, se puede observar que en áreas con afectación de mal drenaje e inundación, aumenta el trabajo de la maquinaria producto a las malas condiciones que presenta la misma, se pierde mucho tiempo, por ser muy lentas las labores en estas áreas y se dificulta el acceso de la maquinaria. Se pierde tiempo por atascamiento, al haber condiciones de sobrehumedecimiento y de inundación según plantea Kerkenesov (1974), en áreas con problemas de sobrehumedecimiento e inundación, se contaminan los principales sistemas del equipo. Al existir dichas condiciones, aumenta los índices de roturas y todo esto trae consigo que exista pérdida de tiempo por la difícil maniobrabilidad del equipo, además de existir baja productividad del mismo.



**Gráfico 2.** Horas de trabajo de la maquinaria.

En el gráfico 3 se muestra como aumentó el consumo de combustible en áreas con afectación de mal drenaje e inundación con respecto a las áreas sin problemas. Plantea el IIAroz (2000), que este aumento se debe a las malas condiciones del terreno, como la maquinaria necesita trabajar más hay un gasto mayor de combustible y puede llegar a ser de más de un 30 %, en estas condiciones.



**Gráfico 3. Consumo de combustible.**

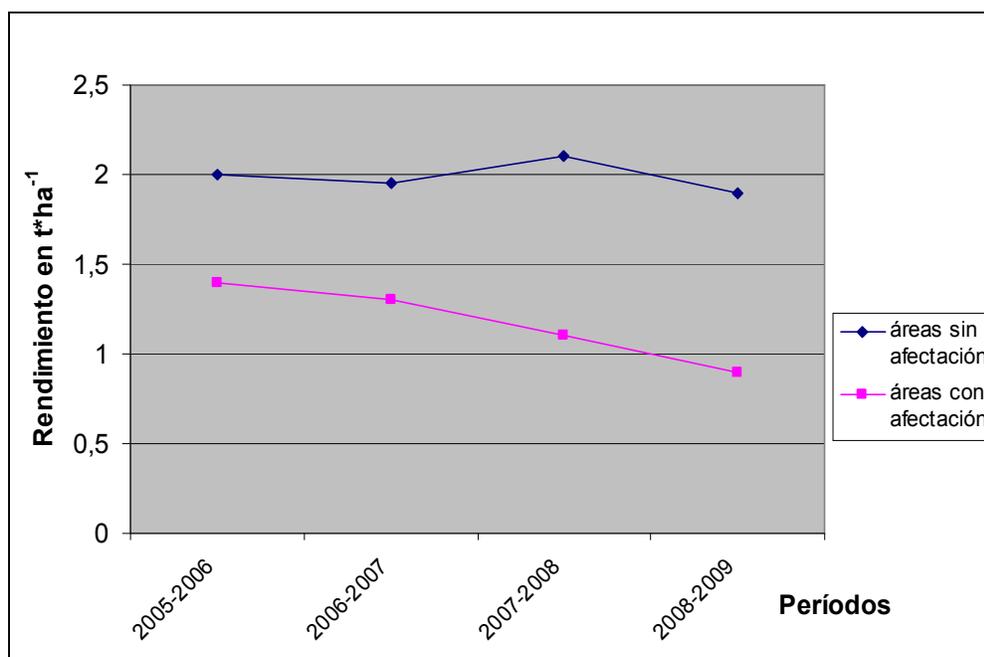
#### **4.2.2. Análisis de los rendimientos en la UBPC “Mapos”, en la campaña de frío y primavera en el período del 2005 hasta el 2009.**

A partir del comportamiento del régimen de lluvias en las campañas del 2005-2009, del mal estado técnico de la red de drenajes costeros, del deterioro sistemático de los caminos y terraplenes, de la baja traficabilidad de la maquinaria en los campos, de la incidencia de plagas y enfermedades en los arrozales que tienen su origen en las malas condiciones sanitarias que propician esos drenajes obstruidos, se presenta el comportamiento de los rendimientos de arroz en la UBPC, alcanzados en las diferentes campañas de frío y primavera.

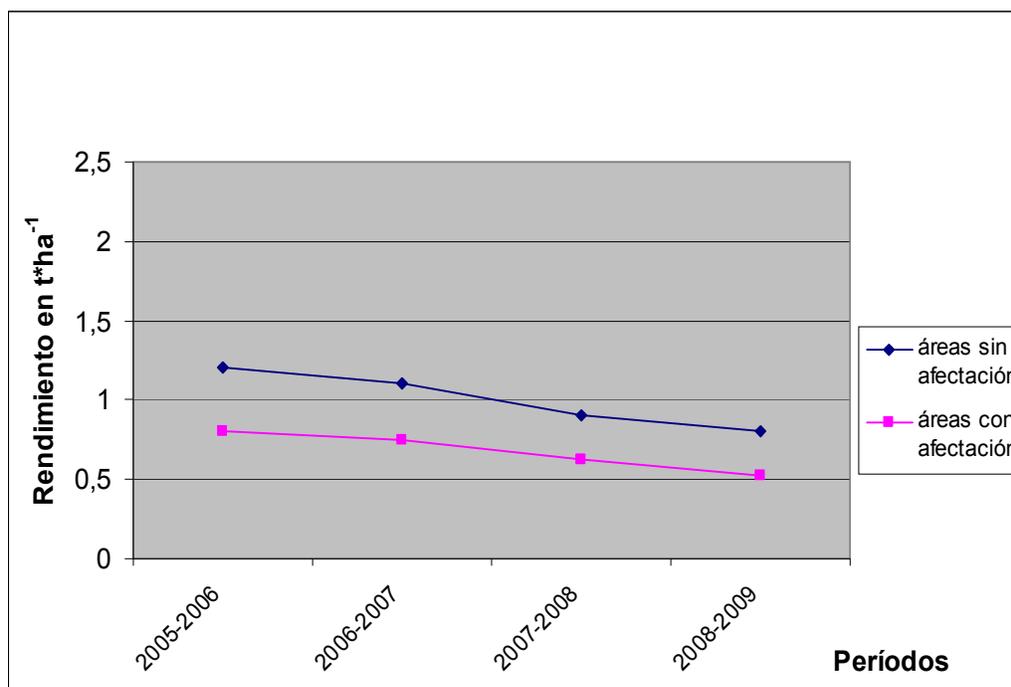
Como se puede observar en los gráficos 4 y 5, el comportamiento del rendimiento en áreas sin afectación de mal drenaje e inundación, muestran una caída de los rendimientos, con el decursar de los años, en la campaña de primavera con respecto a la campaña de frío; producto de la agudización de las condiciones existentes en ese territorio durante ese período, los cambios de los valores climáticos

y una ligera tendencia a la salinización secundaria de los campos; como efecto negativo del riego por inundación. Resultados de investigación (II Arroz, 2006), afirman que la mejor época para alcanzar buenos rendimientos agrícolas en el cultivo del arroz, es la campaña de frío; especialmente en los meses de diciembre-enero, donde las variedades alcanzan un potencial de rendimiento promedio de  $2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , más que en la época de primavera. También se puede observar, que en las áreas con afectación, la disminución de estos rendimientos se debe, no solamente a estos cambios de los valores climáticos reportados, sino también a la agudización de las dificultades creadas por el mal funcionamiento y estado técnico de los drenajes finales costeros en ambas campañas.

En la referencia anterior, las condiciones imperantes han sido el resultado de la continua explotación del sistema arrocero, que lejos de satisfacerlos, nos alertan sobre las graves consecuencias que pudieran traer las mismas para el futuro desarrollo de un renglón tan importante como lo es el del cultivo del arroz, por causa de un insuficiente drenaje.



**Gráfico 4. Comportamiento del rendimiento , campaña de frío.**



**Grafico 5. Comportamiento del rendimiento, campaña de primavera.**

**4.2.3. Análisis de la producción arrocerá en la UBPC “Mapos” durante las campañas del 2005-2009, teniendo en cuenta ambas campañas (frío y primavera).**

A continuación se presentan las producciones de arroz alcanzadas por la UBPC en áreas con y sin problemas de mal drenaje e inundación en ambas campañas (frío y primavera), así como el arroz que dejó de producirse en áreas que no se sembraron por problemas de salinidad.

Como puede observarse en los gráficos 3 y 4, el volumen de arroz obtenido en áreas con afectación de ambas campañas, es 50 % menor que el obtenido en las áreas sin afectación, por lo que mientras existan estas condiciones desfavorables seguirán decayendo los niveles de producción, no solo en áreas con afectación de mal drenaje e inundación sino también en las áreas que aparentemente no tienen afectación. También se puede decir que existen otras áreas que ya no se siembran porque están

afectadas por la salinidad.

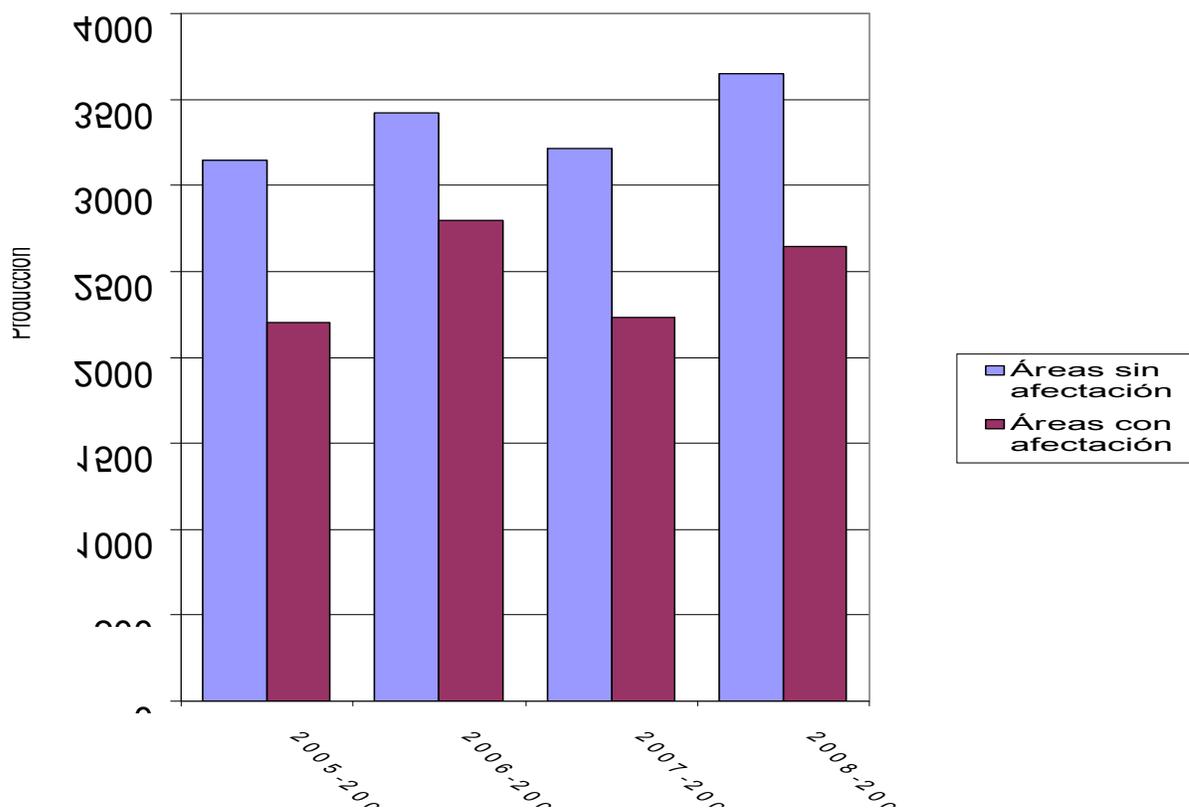
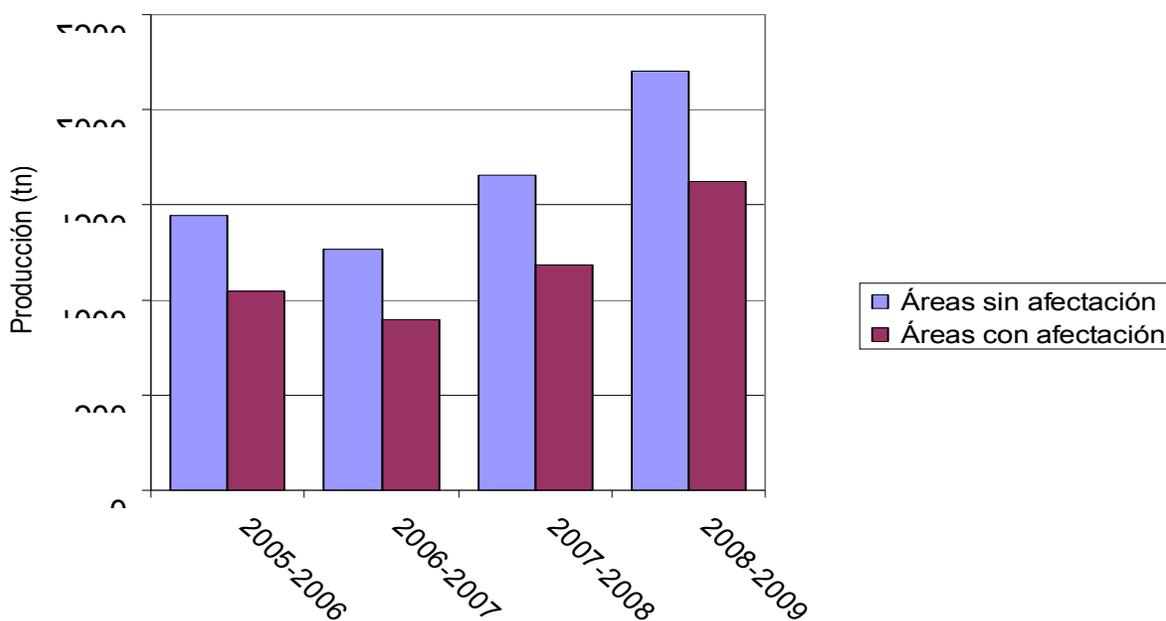


Grafico 6. Producción arrocerá, campaña de frío.



**Grafico 7. Producción arrocera, campaña de primavera.****4.2.4. Comportamiento del rendimiento obtenido en áreas que no se siembran por estar afectadas por salinidad.**

En la tabla 8, se presenta el rendimiento obtenido en áreas afectadas por problemas de salinidad.

**Tabla 8.** Influencia de la salinidad en el rendimiento agrícola.

Año	Salinidad (SST ppm)	Rendimiento agrícola (t/ha)
1985	1200	2.5
1990	2100	2.0
1995	2400	1.6
1996	2700	1.0

Como se muestra en la referencia anterior, los rendimientos fueron cayendo paulatinamente y según plantea el Instructivo Técnico (2006), los campos que presenten más de 1500 ppm de sales, no se deben sembrar y por lo tanto este es el resultado que en estos momentos no se siembren 461 ha.

**4.2.5. Volumen de arroz estimado perdido en áreas que dejaron de sembrar por problemas de salinidad.**

Teniendo en cuenta el área afectada por salinidad (tabla 7) y el rendimiento promedio en áreas sin problemas de mal drenaje e inundación, se calculó el volumen de arroz perdido en las áreas que no se sembraron por problemas de salinidad que se presenta a continuación, en la tabla 9.

**Tabla 9.** Producción de arroz estimada en áreas que no se sembraron durante las campañas 2005-2009.

Tipo de áreas	Producción de arroz (tn)				
	Total	05-06	06-07	07-08	08-09
Áreas que no se sembraron	4091.17	978.75	913.5	1122.3	1076.62

Se señala que en estas áreas salinas, se deja de producir un volumen importante de arroz que pudiera ser empleado en la canasta básica del municipio La Sierpe. Si estas áreas se recuperaran y los problemas de sobre humedecimiento se eliminaran,

la producción arroceras pudiera incrementarse en cerca de 495.0 toneladas de arroz consumo anualmente.

### **4.2.6. Afectaciones al medio ambiente.**

Los impactos observados por el deficiente funcionamiento de la red de canales de drenaje y principalmente los costeros que afectan las áreas de cultivos del arroz son:

- ❖ Afectación en el relieve terrestre.
- ❖ Acumulación de sedimentos en el vaso de las lagunas costeras por arrastres debido a la mala construcción de los drenajes y la falta de mantenimiento integral del sistema.
- ❖ Salinización de los suelos por la insuficiente terminación de la red de drenajes.
- ❖ Afectación a la fauna terrestre y acuática por el deterioro de la vegetación de su entorno.
- ❖ Aparición de plagas y enfermedades producidas por la humedad excesiva existente en el territorio.

### **5.1. Valoración Económica**

Los resultados obtenidos arrojaron que los rendimientos en las áreas sembradas, fueron disminuyendo paulatinamente, debido a los problemas de mal drenaje e inundación, entre las campañas 2005-2009. En este periodo se dejaron de producir aproximadamente 2619.3 ton de arroz consumo.

Este volumen de arroz que se dejó de producir en las áreas con problemas de drenaje e inundación provocó que se dejaran de ingresar a la UBPC Mapos unos 15182.168 miles de pesos. En áreas que no se siembran por problemas de salinidad se pudieran producir 495.0 toneladas de arroz consumo anualmente, esta producción generaría ingresos de 2869.153 miles de pesos.

Si se tiene en cuenta la producción estimada de las áreas afectadas por salinidad más la producción dejada de entregar por mermas, daría un volumen de arroz de 4614 toneladas dejadas de entregar a la economía nacional. Este volumen necesario para garantizar la alimentación de la población conlleva a un aumento en las importaciones en el mercado internacional cuyo valor es de 2307.00 miles de dólares (asumiendo que en el mercado internacional la tonelada se cotiza a unos 500 dólares).

El estado actual de los drenajes costeros señalados en la tabla 4, muestra que todos requieren de una reparación general. A la dirección de la empresa, se le informó por Recursos Hidráulicos, que se deben emplear alrededor de 15.00 miles de pesos por km de canal, como promedio para reparar los 10.65 km de canales que tienen los mismos, la inversión total se estima en 159.75 miles de pesos.

Los canales encargados de conducir el agua a cada uno de las áreas de cultivo están deformados y azolvados; y muchos tramos de viales de acceso, están afectados por inundaciones provocadas por tales canales. La comunicación y el acceso a las áreas, es determinante en la atención al cultivo, así como en la cosecha y trasiego del cereal. La UBPC, cuenta con 69 km de viales; 25 km. de viales primarios y 44 km. de terraplenes secundarios. Se observa que los viales se encuentran en muy mal estado técnico y requieren de mantenimientos para el desarrollo de la producción con un costo de 59.28 miles de pesos.

Las obras de fábricas se encuentran en las inmediaciones y en las terminaciones de los canales; y las deficiencias observadas en su estado constructivo, conlleva a la pérdida de agua y afectaciones al cultivo, así como de los viales, al deteriorarse totalmente la obra, quedando incomunicado el vial. La UBPC tiene 67 obras de fábrica, las que en su totalidad, necesitan repararse y dársele mantenimiento total. Esta acción tiene un costo promedio de 2500. 0 pesos/obra; para un monto total de 167.500 miles de pesos.

En resumen las afectaciones y su valoración se presentan en la siguiente tabla 10:

**Tabla 10** (a) Valoración de las afectaciones a la producción de arroz.

Afectaciones	UM	Cuantificación	Valor económico (MP)
Volumen de arroz dejado de entregar	Ton(consumo)	4614.0	26743.987

**Tabla 10** (b) Valoración de otras afectaciones.

Afectaciones	UM	Cuantificación	Valor económico (MP)
Rehabilitación de los drenajes costeros	Kms.	10.65	159.750
Viales	Kms.	69.0	59.28
Obras de fábricas	Uno	67.0	169.500
Total			388.530

La tabla 10 b, muestra que para recuperar las áreas afectadas es necesario invertir 388.530 miles de pesos.

#### **5.1.1 Afectación medio ambiental.**

Los impactos medio ambientales observados por el deficiente funcionamiento de la red de canales de drenaje y principalmente los costeros que afectan las áreas de cultivo del arroz no se valoran económicamente por carecer de información para ello; pero su control y supervisión lo realiza el personal de medio ambiente que si debe conocer estos aspectos. La valoración económica de esta temática, no es de interés para esta tesis.

#### **6.1. Consideraciones generales.**

Situaciones como las que aquí se han descrito han sido constatadas en las áreas arroceras de los Palacios (Pinar del Río); Nueva Paz (La Habana); Ruta Invasora (Camagüey) y Vado del Yeso (Granma). Información verbal de Méndez, 2010).

La recuperación de estos canales con sus áreas agrícolas correspondientes afectadas, conlleva una importante inversión económica que se podrá recuperar en la medida en que los rendimientos agrícolas que se logren vayan en acenso.

En los próximos años según reporta el periódico Granma de Octubre 2010, estos canales de drenajes al mar, se realizarán en las principales arroceras del país, serán objeto de la adecuada atención.

#### **IV – CONCLUSIONES**

- Las áreas de la UBPC presentan cuatro categorías de problemas: Defensa contra inundaciones; red de colectores internos de drenaje; drenaje superficial y subsuperficial y la disposición final de las aguas drenadas en este caso específico a través de los drenajes costeros obstruidos.
- En el proceso de caracterización realizado, se constató que los drenajes obstruidos afectaron el 50 % de las áreas agrícolas de la UBPC.
- La valoración de las afectaciones producidas por los problemas de mal drenaje, inundación y salinidad indican que para recuperar las áreas afectadas por mal drenaje e inundación deben invertirse 388.530 miles de pesos.

**V – RECOMENDACIONES**

- Extender la caracterización de la situación señalada al resto de las UBPC, para medir con un mayor detalle el grado de afectación a la producción de arroz del CAI, fundamentalmente en lo referente a la salinidad.
- Fundamentar un plan de inversiones integral que elimine en el más breve plazo de tiempo posible, las elevadas pérdidas económicas que se están produciendo en la actualidad en esta UBPC.

## **VI – BIBLIOGRAFÍA**

- ALEMÁN, L.; RIBERO, L.; INOCENCIO, E.; TURRO, A. y MAZÓN, B. Estudio preliminar de la mineralización del agua utilizada en el cultivo del arroz. La Habana: Ministerio de la Agricultura, 1987.
- ALFONSO, R. Lanzamiento de la variedad IA Cuba 30. Hotel Florida ,Camaguey: CIDA, 2010.
- BARBEN, T. Calidad del agua de riego y rendimiento del arroz en la Zona Sur de La Habana. Tesis de Maestría. Universidad Agraria de La Habana: Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, 2000.
- BORROTO, M.; BORGES, O.; SAÍZ, J.; DELIS, I.; GEL, P. y GALANO, E. Informe Técnico de la visita a la República Popular de Bulgaria. La Habana: Ministerio de la Agricultura, 1986.
- DARTAYET, L. Construcción de los drenajes costeros, zona Mapos. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2005.
- DOBERMANN, A. Rice in the global food supply. Rice production. Better Crops, junio 2002, nº 1, pp. 3-6.
- DORTICOS, P. Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. Voluntad Hidráulica, junio 1982, nº Número Especial.
- ESPINEIRA, J.; VLADIMIR, R.; HOYOS, E.; MONTOYA, R. y SIERRA, J. Incidencia de la radiación solar y la temperatura en 4 variedades de arroz. Rev. Arroz, septiembre 2001, nº 50.
- GAIPA. Fomento de tierras y aguas 9. La Habana: GAIPA, 2006.
- GALLOWAY, J. Drainage benefit for field crops. American Society of Agricultural Engineers: ASAE, 1982.
- GARCÍA, J. Memorias del III Encuentro Internacional de Arroz. La Habana: Ministerio de la Agricultura, 2005.
- GARCÍA, M. El ALCA, La incertidumbre de los próximos diez años. Cali, Colombia: Pueblo y Educación, 2002.
- GARCÍA, S. La Salinidad como factor limitante de los rendimientos arroceros y recomendaciones para el uso agrícola de los suelos afectados. Tesis de Doctorado. La Habana: CIDA, 1992.
- HERNÁNDEZ, A. Características morfológicas, distribución y propiedades de los

suelos con drenaje deficiente en Cuba (I y II. Voluntad Hidráulica, febrero 1992, nº 58 , 59 y 60.

HERRERA, J.; PUJOL, R.; ESPINOSA, E.; ALARCÓN, R. y REYES, J. Drenaje de los Suelos Arroceros Afectados por la Salinidad. La Habana: CITMA, 1999.

IIArroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2000.

IIArroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2005.

IIArroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2006.

IIArroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Manual Arrocero. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2002.

IIP. Manual del Arrocero. Cuba: Científico Técnica, 2002.

IPTRID. The role of drainage in improving human health. Drainage and sustainability. International Crop Sciences Congress: IPTRID, 2001.

JAFFUEL, S. y DAUZAT, J. Synchronism of leaf and tiller emergence relative to position and to main stem development stage in a rice cultivar. USA: USA, 2005.

JICA. "Estudio del programa de desarrollo sustentable de la producción de arroz en la zona central de Cuba. Cuba: Científico técnica, 2006.

KERKENESOV, A. Drenaje. Cuba: Pueblo y Educación, 1974.

LAFITTE, H.; ISMAIL, A. y BENNET, J. Abiotic stress tolerance in rice for Asia: progress and the future. En: LAFITTE, H.; ISMAIL, A. y BENNET, J. 4th International Crop Sciences Congress. Brisbane, Australia: Australia, 2004.

LEÓN, J. R. técnico elaborado sobre el mal funcionamiento de los desagües costeros. Arrocera "Los Palacios". Pinar del Río. Cuba: Ministerio de la Agricultura, 1998.

MANSO, R. La Agricultura en Cuba [en línea]. [www.radiohc.cu](http://www.radiohc.cu), 20 septiembre 2006 [Consulta: 09 abril 2006]. Disponible en: [www.radiohc.cu](http://www.radiohc.cu).

MARTÍNEZ, B. Drenaje Agrícola. Madrid: Omega, 1986.

MÉNDEZ, M. Reseña bibliográfica sobre el Drenaje Agrícola. Cuba: IIRD, 1983.

MÉNDEZ, M. A. Causas y soluciones de los problemas de mal drenaje e inundación

- de un territorio agrícola [disco flexible]. Cuba, 18 enero 2011.
- MÉNDEZ, M. A. Diagnóstico del estado técnico de los módulos de Apure y de la situación social de su entorno. La Habana: Pueblo y Educación, 2009.
- MÉNDEZ, M. A.; CASTELLANOS, A.; SUÁREZ, O. y MACÍAS, G. Beneficios Agrícolas del Drenaje en los suelos cuarcíticos con estrato impermeable de la provincia de Pinar del Río. Ingeniería Hidráulica, mayo 1992, nº 3.
- MÉNDEZ, M. Aspectos que se han considerar para el estudio de las áreas agrícolas con problemas de mal drenaje, inundación, o ambos. Riego y Drenaje, mayo 1985, nº 1.
- MÉNDEZ, M.; PÉREZ, J.; ZERQUERA, T. y RICARDO, M. Drenaje Agrícola. Cuba: Pueblo y Educación, 2000.
- MOORE, P. Effect of salinity on rice grow and process that occurred in flooded soil. USA: ARRS, 1993.
- ONE. Anuario Estadístico de Cuba 2010. Cuba: Revolución, 2011.
- PÉREZ, R. Sistema Intensivo del cultivo arrocero (CICA). Cuba: MINAZ, 2001.
- PIZARRO, F. Drenaje Agrícola y recuperación de suelos salinos. España: Omega, 1985.
- PMA (Programa Mundial de Alimentos). Análisis y cartografía de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria. Cuba: Pueblo y Educación, 2001.
- POLÓN, R.; CASTRO, R.; PÉREZ, N.; MOREJÓN, R.; RAMÍREZ, M.; MIRANDA, A. y RODRÍGUEZ, A. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio (J-104). Cuba: INIVIT, 2006.
- RHOADES, J.; KANDIAH, A. y MASHALI, A. The use of saline water for crop production”, Irrigation and Drainage. Rome: FAO, 1992.
- SHADEN, A. Egyptian-Dutch co-operation in land drainage and technology transfer. Grid Magazine, junio 2002, nº 1.
- SMEDEMA, L. Global drainage needs an challenges: the role of drainage in todays world In Proceedings. En: SMEDEMA, L. Proceedings 8th ICID International Drainage Workshop. New Delhi: ICID, 2000.
- STANSEL, J. y FRIES, R. Agrometeorology of the Rice Crop. International Rice Research Institute: IRRI, 1980.
- TANJI, K. y KIELEN, N. Agricultural drainage water management in arid and semi

- arid areas". Rome, Italy: FAO, 2002.
- VAN, J. Drenaje en suelos arcillosos pesados. Holanda: Cuba, 1983.
- VAN, J. y BOS, M. Diseño y manejo de los sistemas de drenaje. Red principal de drenaje. Principios y aplicaciones del drenaje. Holanda: Wageningen, 1983.
- VIGOA, R. Drenaje Agrícola. Cuba: pueblo y Educación, 2000.