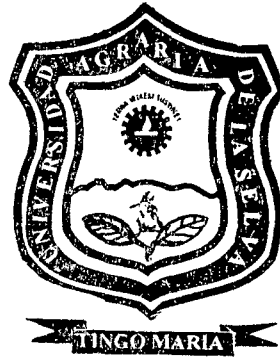


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables



**EFFECTO DE DOS NIVELES DE GALLINAZA CON ROCA CALIZA EN UN
SISTEMA ASOCIADO DE ARROZ Y PECES (RIZIPISCICULTURA) EN DOS
ZONAS DE PRODUCCION EN EL VALLE DEL ALTO MAYO**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCION: CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

ROBERT HOYOS RIOS

PROMOCION

"Unasinos con visión de Liderazgo y Excelencia hacia el Desarrollo Sostenible"

Tingo María - Perú

2005

F04

H6

Hoyos Rios, Robert

Efecto de dos niveles de gallinaza con roca caliza en un sistema asociado de arroz y peces (Rizipiscicultura) en dos zonas de producción en el Valle del Alto Mayo. Tingo María, 2005.

88h.; 5 figs.; 33 cuadros; 18 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursista). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

ABONOS ORGANICOS/ NUTRIENTES/ ARROZ ACUATICO/ PECES/
RIZIPISCICULTURA/ PRODUCCION/ DISEÑO EXPERIMENTAL/ SAN
MARTIN/ PERU/



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 18 de abril del 2005, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la tesis titulada:

"EFECTO DE DOS NIVELES DE GALLINAZA CON ROCA CALIZA EN UN SISTEMA ASOCIADO DE ARROZ Y PECES (RIZIPISCICULTURA) EN DOS ZONAS DE PRODUCCIÓN EN EL VALLE DEL ALTO MAYO"

Presentado por el Bachiller: **ROBERT HOYOS RIOS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"BUENO"**.

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título de conformidad con lo establecido en el Art. 81 inc. m) del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 25 de abril del 2005

JAIME TORRES GARCÍA, Ing.
Presidente



ROBERTO OBREGON PEÑA, Ing.
Vocal

FERNANDO GONZALES HUIMAN Ing.
Vocal

JOSE LEVANO CRISOSTOMO, Ing.MSc.
Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Hernando Hoyos Céliz y Zarela Rios Olortegui, seres a quienes debo la vida, por su invaluable sacrificio cariño y sabios consejos. Quienes hicieron posible la culminación de mis estudios superiores

A mi familia:

Carola Fernanda y Robert Fernando por el amor, cariño y apoyo moral brindado por la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por ser el alma máter, así como a los Docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, Mención Conservación de Suelos y Agua por su contribución en mi formación profesional.
- Al Ing. Msc. José Lévano Crisóstomo - Patrocinador, por su orientación y redacción final de la presente tesis.
- A la Fundación para el Desarrollo Agrario del Alto Mayo (FUNDAAM), por el apoyo en la ejecución del presente trabajo de tesis.
- Al Ing. César Tepe Sánchez - Co-patrocinador, Fitomejorador de la E.E.A Nueva Cajamarca, por su orientación y conducción del trabajo de campo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	03
2.1. Generalidades.....	03
2.2. Agronomía del arroz.....	05
2.3. Control de plagas en el sistema.....	05
2.4. Cultivo de peces.....	06
2.5. Ventajas e inconvenientes del sistema arroz y peces.....	06
2.6. Características de las especies en estudio.....	08
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Ubicación.....	10
3.2. Descripción del área experimental.....	11
3.3. Análisis físico – químico del suelo e interpretación.....	11
3.4. Historia del campo.....	13
3.5. Registros meteorológicos.....	13
3.6. Materiales.....	14
3.7. Componentes en estudio.....	15
3.8. Tratamientos en estudio.....	16
3.9. Diseño experimental.....	16
3.10. Modelo adictivo lineal.....	17
3.11. Disposición experimental.....	17
3.12. Determinación de las observaciones.....	18
3.13. Ejecución del experimento.....	20
3.14. Análisis estadístico.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
4.1. Del análisis del suelo.....	27

4.1.1. Sector Shica.....	27
4.1.2. Sector Marona.....	33
4.1.3. Comparación estadísticos de parámetros de fertilidad....	39
4.2. De la calidad de agua.....	41
4.2.1. Sector Marona.....	41
4.2.2. Sector Shica.....	45
4.3. De los rendimientos.....	49
4.3.1. Arroz.....	49
4.3.2. Peces.....	52
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES.....	66
VIII. RESUMEN.....	67
IX. ABSTRACT.....	69
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	70
XI. ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Análisis físico – químico del suelo experimental, Sector Marona.....	11
2. Análisis físico – químico del suelo experimental, Sector Shica.....	12
3. Historias de cultivos anteriores en las parcelas de investigación.....	13
4. Datos meteorológicos registrados durante la fase de investigación....	14
5. Tratamientos en estudio.....	16
6. Parámetros para determinar fertilidad del suelo.....	19
7. Equipos y parámetros que se tiene en cuenta para el cultivo de peces.....	20
8. Análisis de variancia de parámetros indicadores de fertilidad de suelo utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces (Shica).....	28
9. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para acidez del suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces Sector Shica.....	29
10. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para materia orgánica en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	30
11. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para nitrógeno en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	31
12. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para fósforo en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	32

13. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para potasio en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	33
14. Análisis de variancia de parámetros indicadores de fertilidad de suelo utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	34
15. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para acidez en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	35
16. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para materia orgánica en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	36
17. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para nitrógeno en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	37
18. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para fósforo en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	38
19. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para potasio en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	39
20. Análisis de variancia de parámetros indicadores de la calidad de agua, utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	42
21. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la temperatura del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	43
22. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el oxígeno del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	44

23. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la acidez del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	45
24. Análisis de variancia de parámetros indicadores de la calidad de agua, utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	46
25. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la temperatura del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	47
26. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el oxígeno del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	48
27. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la acidez del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	49
28. Análisis de variancia en el rendimiento de arroz obtenidos en los sectores Marona y Shica.....	50
29. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	51
30. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	52
31. Análisis de variancia en el rendimiento de peces obtenidos en los sectores Marona y Shica.....	53
32. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento en peces de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.....	54
33. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Variación del pH en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al primer análisis de suelo realizado.....	39
2. Variación del porcentaje de materia orgánica en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al primer análisis de suelo realizado.....	40
3. Variación del porcentaje de nitrógeno en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al primer análisis de suelo realizado.....	40
4. Variación del fósforo en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al primer análisis de suelo realizado.....	40
5. Variación del potasio en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al primer análisis de suelo realizado.....	41

I. INTRODUCCIÓN

La zona del Alto Mayo, cuenta en la actualidad con gran potencial para el cultivo de arroz, en donde se ubican grandes extensiones de tierras habilitadas por una serie de infraestructura en sistemas de riego. En el Valle del Alto Mayo se cultiva arroz bajo riego en un área aproximada de 20,000 has. la misma que involucra a un promedio de 5,250 familias, donde el arroz es el cultivo con mayor área sembrada.

Las condiciones económicas del agricultor arrocero han decaído notoriamente en los últimos cinco años, reduciendo áreas de cultivo, debido a los elevados costos de producción que ocasiona realizar esta actividad, y por una demanda saturada del producto en el mercado, que no reconoce el valor real del mismo. Lo que ha traído como consecuencia, optar cada vez, por el cultivo de subsistencia.

La falta de manejo técnico y alternativas viables que permitan promover el desarrollo de la agricultura en esta zona, trae como consecuencia el uso irracional de los recursos naturales e impacto negativo al agro ecosistema por el continuo uso desmedido de agroquímicos (TEPE, 2000). Por ello es importante promover alternativas de producción con nuevas tecnologías que puedan ser adaptadas al campo y permitan establecer un sistema productivo conservando el medio ambiente, reduciendo costos de producción e incrementar el rendimiento de arroz; mediante un sistema productivo asociado arroz y peces, con fuente orgánica de fertilización (gallinaza), con limitado uso de agroquímicos el cual brindaría una alternativa de mejorar su producción así como disponer de proteína fresca al núcleo familiar.

El trabajo que se presenta busca determinar lo siguiente:

Ho: Es posible determinar nuevo sistema de cultivo que basados en la adaptabilidad de las tierras agrícolas y en base a la asociación de cultivo arroz y peces, permitan incrementar la productividad del arroz como proveer de proteína fresca (pescado) para el consumo y venta del productor arrocero en la zona del Alto Mayo.

Ha: No es posible determinar un nuevo sistema de cultivo que permita incrementar la productividad del arroz y proveer fuente de proteína para consumo y venta del productor arrocero en la zona del Alto Mayo.

1.1. Objetivo General.

Establecer la factibilidad del sistema de producción arroz y peces bajo la incorporación de gallinaza (abono orgánico) y roca caliza (enmienda), como fuentes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y calcio (Ca).

1.2. Objetivos Específicos.

1. Determinar la fertilidad del suelo, bajo los diferentes tratamientos aplicados en el valle del Alto Mayo, antes y después de finalizado el trabajo de investigación.
2. Determinar la calidad de agua del sistema de producción arroz y peces, bajo los diferentes tratamientos.
3. Determinar el rendimiento de arroz y peces bajo el sistema de producción asociado arroz y peces.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades.

El sistema de producción asociado arroz y peces es una antigua tradición practicada ampliamente en países como China, Filipinas, Malasia, Indonesia, Vietnam en donde se han obtenido resultados positivos, como es el caso del rendimiento de arroz, su incremento fluctúa entre el 2 - 34% y de 150 - 750 K. de pez/ha. Se ha comprobado que existe una disminución del 19 % de mano de obra y un 7 % de los costos de producción (ALI, 1990).

Los peces producidos en los arrozales son principalmente alevinos para el repoblamiento de sistemas de engorde, tales como jaulas flotantes de red y bambú, tanques de cemento con agua corriente y sistemas en canales de irrigación (LOPEZ, 1980).

Las ventas del pescado proporcionan un importante ingreso suplementario especialmente para los productores arrendatarios. Las contribuciones del pescado son del 6.8 y 9.0 % para el propietario y arrendatario respectivamente. Dado que se necesitan pocos insumos, el rendimiento contribuye significativamente a los ingresos estacionales del productor (BIMBAO, 1990).

El cultivo integrado de arroz y peces en China está generalmente caracterizado por cuatro componentes básicos: (1) uso extensivo de terreno, (2) bajos insumos, (3) baja producción y (4) consumo en la granja de los cultivos de arroz y peces (GUO, 1990).

Los sistemas tradicionales arroz y peces se encuentran tanto en áreas irrigadas como en las alimentadas por lluvias. Los sistemas mejorados se practican principalmente en las áreas irrigadas. La mayoría de los cultivadores de arroz y peces en China están organizados en "cooperativas", con pequeñas explotaciones agrícolas de 1 500 m² (GUO, 1990; DE LA CRUZ, 1990).

La reducción del número de plantas de arroz en el diseño de arrozales con canales ocasionados por la construcción de las trincheras y los estanques de refugio, es una de las limitaciones del agricultor al poner en práctica el sistema. Los agricultores pueden perder un máximo de 10 por ciento de su arrozal, al construir las trincheras y los estanques; refugio para los sistemas de cultivo arroz y peces.

En el control de plagas la mayoría de las variedades de malezas que se encuentran en el arrozal constituyen un buen alimento para la tilapia y carpa herbívora. El sembrar los alevinos a 2 – 3 und./m². (2 – 3 cm. de largo) y juveniles a 2 – 3 und./10 m². (8 – 10 cm. de largo) a un mes después del trasplante, puede ayudar al control de malezas y así reducir la necesidad de otras técnicas de control (ELI, 1989).

La aplicación de componentes orgánicos en el agua como medio de alimentación para los peces, es una práctica usual en la actualidad, bajo el principio que el pez no se alimenta directamente de la materia orgánica pero si de los micro organismos que en ella se producen, es importante tener en cuenta que volúmenes altos de materia orgánica en el agua pueden causar deficiencia de oxígeno y consiguiente muerte de los peces (GAMBOA, 1996; WOHLFARTH, 1979).

2.2. Agronomía del arroz.

Consideraciones a tener en cuenta para el cultivo del arroz (LIGHTFOOT, 1990).

1. Variedad de arroz: de alto rendimiento, período de madurez de 120 – 130 ó más días y resistente a insectos y enfermedades.
2. Preparación del terreno: después de arar una vez y rastrillar tres veces, el campo se nivela, de manera que todo puede ser uniformemente irrigado.
3. Método de trasplante del arroz:
 - Usar brotes : de 25 – 30 días
 - Distancia entre plantas : 20 – 25 cm. entre filas
15 – 20 cm. entre Surcos.
4. Control de malezas: los peces sembrados en los arrozales controlan ciertas malezas. Estas se controlan también, preparando la tierra adecuadamente, inundando el campo a una profundidad efectiva de agua por 1 – 2 semanas, inmediatamente después del trasplante y a través del deshierbo manual.

2.3. Control de plagas en el sistema.

La amplia divulgación del sistema arroz y peces se encuentra limitada por la aplicación generalizada de pesticidas en los cultivos de arroz. Por supuesto no se recomienda tal aplicación de pesticidas en los sistemas de producción arroz y peces (EDWARDS, 1982). Existen métodos de control de plagas del arroz que no requieren pesticidas, como por ejemplo:

- Inmersión rápida (durante 3 horas) de las plantas de arroz en agua. Esto hace que los insectos sean vulnerables a la depredación de los peces. Limitante: método apropiado para plántulas en tanto su altura no rebase el nivel de los bordes del estanque.
- Dos personas pueden arrastrar una cuerda tensa (50 – 100 m.) a través del arrozal para hacer que los insectos caigan al agua, los mismos que podrán ser consumidos por los peces.

Sin embargo, si un agricultor insistiera en usar plaguicidas (PULLIN, 1985), algunas maneras de aplicarlo son:

- Escoger y aplicar plaguicidas con baja toxicidad para el pez.
- Minimizar la cantidad de plaguicida que se mezcle con agua.
- Aplicar en el momento apropiado.

2.4. Cultivo de los peces.

Según (DE LA CRUZ, 1990) las especies cultivadas son: tilapia (*Oreochromis sp*), una especie herbívora/planctófaga/insectívora, que es ecológicamente adecuada y económicamente importante y la carpa común (*Cyprinus carpio*) para realizar este trabajo se recomiendan juveniles grandes, de 15 a 25 g. ya que alcanzarán el tamaño de mercado durante una cosecha de arroz y si se encuentran solamente juveniles pequeños de 5 a 10 g. el cultivo se hará en dos etapas:

- Etapa 1: Cría de juvenil de 5 a 10 g. durante una cosecha de arroz (se cosecharán al tamaño de 50 g.).
- Etapa 2: Extender el período de cría del pez después de cosechar el arroz por otros dos meses (se cosecharán a 100 g).

2.5. Ventajas e inconvenientes del sistema de arroz y peces.

Al discutir una técnica con nuevos partícipes potenciales, es importante considerar las posibles ventajas y riesgos para que aquellos puedan tomar una decisión lo más certera posible sobre si probar o no la técnica. Si aquellos no conocen los posibles beneficios, podrían perder la oportunidad de mejorar sus niveles de vida, el ignorar los riesgos pueden conducir también a serios problemas y reducir la confianza en ellos mismos (LOPEZ, 1980).

2.5.1. Inconvenientes y limitaciones.

1. El cultivo de arroz y peces necesita terreno.
2. La producción no puede garantizarse, especialmente en situaciones de riego solo por lluvias.

3. Plaguicidas y otros productos químicos tóxicos pueden matar a los peces y no deberían utilizarse.
4. El transporte de los alevinos y su repoblación deberían hacerse correctamente, la semilla es muy vulnerable. La falta de cuidado los pueden matar.
5. Los depredadores pueden reducir seriamente la existencia de peces en el sistema.
6. Los ladrones son talvez el depredador más difícil de alejar.
7. La preparación del arrozal requiere una gran inversión de tiempo, mano de obra y dinero por parte de la familia.
8. Los rendimientos del arroz se reducen ocasionalmente por el cultivo arroz y peces. Esto sucede más a menudo cuando la repoblación se realiza con juveniles grandes antes de que el arroz haya prendido bien.
9. pueden presentarse problemas de mercado.
10. El aprovisionamiento de semilla de peces es un problema muy común.

2.5.2. Ventajas y potenciales.

1. Las habilidades de gestión del agricultor aumentarán con el tiempo.
2. Comparada con otras tecnologías, el cultivo arroz y peces es de bajo riesgo.
3. El pez cultivado en los arrozales proporciona a los agricultores un continuo, seguro y conveniente aporte de comida.
4. El cultivo arroz y pez contribuye a no desperdiciar agua.
5. El cultivo arroz y peces ahorra tiempo a los agricultores, permitiéndoles actividades que generan entradas o de mejorar las ya existentes.
6. Las pequeñas cantidades de dinero necesarias hacen que no se necesiten pedir préstamos.

7. Las entradas de las ventas pueden proporcionar dinero útil en todo momento.
8. Dado que es una actividad de subsistencia, a largo alcance, hay poca competencia en el mercado entre productores.
9. Los rendimientos del arroz normalmente se incrementan, aunque, si hay, gran variación de granja a granja.
10. Dado que esta tecnología puede mejorar modestamente la vida de muchos cultivadores de arroz pobres, el rendimiento resulta interesante para aquellos que son responsables del desarrollo local.

2.6. Características de las especies en estudio.

2.6.1. Arroz.

Características de una de las variedades de arroz con mayor resistencia y alta productividad en el valle del Alto Mayo.

Nombre científico	:	<i>Oryza sativa</i> .
Cultivar	:	Alto Mayo.
Periodo vegetativo	:	6 meses (180 días),
Resistencia	:	<i>Pyricularia grisea</i> , <i>Helminthosporium</i> , (mancha carmelita), virus de la hoja blanca (VHB).
Rendimiento	:	8 t/ha.

La producción de arroz registrado con la variedad Alto Mayo en el sector Marona es de 4.5 t/ha. y 5.4 t/ha. en el sector Shica (TEPE, 2000).

2.6.2. Peces.

Características de una de las especies de pez de mayor resistencia y producida en el valle del Alto Mayo (GAMBOA, 1996).

Nombre científico	:	<i>Oreochromis sp.</i> (híbrido).
Nombre común	:	Tilapia.
Alimentación	:	Herbívora, planctófaga, insectívora.

Resistencia : Alta tolerancia a baja calidad de agua y enfermedades y parásitos.

Crecimiento : Rápido (estado juvenil).

Consumo : Buena aceptación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación.

3.1.1. Parcelas de investigación Sector Marona.

El centro poblado de Marona se encuentra a 7 Km., de la ciudad de Moyobamba, por la carretera Fernando Belaunde Terry, (Moyobamba – Tarapoto) a 835 m.s.n.m., entrando por el lado izquierdo a 150 m. se encuentra la Estación Pesquera de Marona del Ministerio de Producción, y colindando con este se encuentra la parcela en estudio, con un área de 9,000 m². como se indica en el Plano 1.

Sector	:	Marona.
Distrito	:	Moyobamba.
Provincia	:	Moyobamba.
Departamento	:	San Martín.

3.1.2. Parcela de investigación Sector Shica.

El sector Shica, se encuentra a 9 Km. del Distrito de Calzada siguiendo la carretera Fernando Belaunde Terry (Calzada – Rioja), a 840 m.s.n.m., entrando por la carretera sin afirmar Rioja – Soritor a 1000 m. con referencia al puente sobre el Río Tónchima (Fundo EPARSA), como se indica en el Plano 2.

Sector	:	Shica.
Distrito	:	Rioja.
Provincia	:	Rioja.
Departamento	:	San Martín.

3.2. Descripción del área experimental.

Zona de abundante vegetación con un clima de Bosque húmedo sub – tropical (Bhst), temperatura relativamente alta en el día (26 °C) y mediana por la noche (22 °C), fisiográficamente las parcelas de investigación de Marona y Shica se clasifican como terraza media y baja.

3.3. Análisis físico – químico del suelo e interpretación.

3.3.1. Sector Marona.

El análisis de suelo se realizó en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agropecuaria Nueva Cajamarca - Rioja (EEA – NC), los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Se trata de un suelo e clase textural franco arenoso, calificado como textura moderadamente gruesa, de reacción muy ácido (5.26), con un contenido bajo de materia orgánica (1.18 %) y nitrógeno (0.09 %), con nivel medio de fósforo (13.29 ppm) y nivel bajo de potasio (34.55 ppm) (MANSILLA, 2003).

Cuadro 1. Análisis físico – químico del suelo experimental, para el sector Marona.

Parámetros	Datos Obtenidos	Método Empleado
Análisis físico		
Arena (%)	65.64	Bouyoucos
Limo (%)	17.82	Bouyoucos
Arcilla (%)	16.55	Bouyoucos
Clase textural	Fr.Ao	Triangulo textural
Análisis químico		
Materia orgánica (%)	1.81	Walkley y Black
Nitrógeno (%)	0.09	Micrikjeldahl
Fósforo (ppm)	13.29	Olsen modificado

Potasio (ppm)	34.55	H ₂ SO ₄ 6N
pH	5.26	Potenciómetro

3.3.2. Sector Shica.

El análisis de suelo se realizó en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agropecuaria Nueva Cajamarca, los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Se trata de un suelo de clase textural arcilloso de textura fina, de reacción ácido, con un contenido alto de materia orgánica, nivel medio de nitrógeno, fósforo y nivel bajo de potasio (MANSILLA, 2003).

Cuadro 2. Análisis físico – químico del suelo experimental, para el sector Shica.

Parámetros	Datos Obtenidos	Método Empleado
Análisis físico		
Arena (%)	11.97	Bouyoucos
Limo (%)	37.13	Bouyoucos
Arcilla (%)	52.06	Bouyoucos
Clase textura	Ar	Triángulo textural
Análisis químico		
Materia orgánica (%)	4.60	Walkley y Black
Nitrógeno (%)	0.20	Microkjeldahl
Fósforo ppm)	8.40	Olsen modificado
Potasio (ppm)	61.20	H ₂ SO ₄ 6N
pH	5.59	Potenciómetro

3.4. Historia.

El campo donde se instaló el presente experimento tiene la siguiente secuencia histórica en base al cultivo y/o estrato de vegetación predominante.

Cuadro 3. Historia de cultivos anteriores en las parcelas de investigación.

Año	Cultivos Anteriores al Trabajo de Investigación	
	Sector Marona	Sector Shica
1995	Purma	Purma
1996	Arroz	Purma
1997	Arroz	Purma
1998	Purma	Arroz
1999	Purma	Arroz
2000	Arroz	Purma
2001	Arroz	Arroz
2002	Arroz	Arroz
2003	Arroz	Arroz

Informe de agricultores

3.5. Registro meteorológico.

Los datos meteorológicos mensuales fueron obtenidos de la Estación Centro de Observación Rioja (SENAMHI), cuyos resultados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Datos meteorológicos registrados durante la fase de investigación.

Mes	Año	Temperatura Media (°C)	Precipitación Media (mm/mes)
Febrero	2004	22.0	141.4
Marzo	2004	22.3	215.0
Abril	2004	22.4	307.9
Mayo	2004	20.9	323.5
Junio	2004	21.3	110.5
Julio	2004	21.4	228.1
Total		130.3	1,326.4
Promedio		21.7	221.1

Información meteorológica 1996 – 2004 recopilado por el PEAM.

3.6. Materiales.

Para el presente trabajo de investigación se consideró los siguientes materiales:

3.6.1. Instrumento de medición.

- Termómetro de mercurio.
- Oxímetro.
- Potenciómetro digital.
- Wincha de 3 y 50 m.
- Balanza plataforma 500 k.

3.6.2. Equipo de muestreo de suelos.

- Barreno.
- Bolsas para muestras.
- Etiquetas para muestras.

3.6.3. Fertilizantes.

- Súper Fosfato Triple (46 P₂O₅).

- Cloruro de Potasio (60 K_2O_2).
- Urea (45 N).
- Gallinaza (abono orgánico).

3.6.4. Reactivos.

- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$).
- Acido sulfúrico (H_2SO_4).
- Sal de Mohr.
- Difenil amino (indicador).
- Bicarbonato de sodio 0.5M (pH 8.5).
- Molibdato de amonio, ácido ascórbico.
- Catalizador (sulfato de cobre, potasio y selenio).

3.6.5. Vehículos de transporte.

- Moto XL – 175 YAMAHA.
- Camioneta Nissan.

3.6.6. Equipo complementario.

- Tanque para transporte de alevinos de $2m^3$.
- Laboratorio de análisis de suelos (Estación Experimental Agraria Nueva Cajamarca), FUNDAAM – PEAM.
- Ficha de toma de datos.
- Libreta de campo.
- GPS.

3.7. Componentes de estudio.

El presente trabajo de investigación contó con la utilización de fertilizante orgánico (gallinaza) y enmienda roca caliza pulverizada (magnecal), obtenidos de la granja avícola de postura Río Mayo, y de la fábrica de Cementos Selva, respectivamente; una variedad de semilla de arroz certificada de alto rendimiento y resistente a plagas y enfermedades (arroz Alto Mayo), producido en los semilleros de la Fundación para el Desarrollo Agrario del Alto

Mayo (FUNDAAM); y tilapia híbrida de la especie (*Oreochromis* sp.), en estado juvenil producido por la estación pesquera de Marona, del Ministerio de Producción.

3.8. Tratamiento de estudio.

El estudio está constituido por dos tratamientos con diferente dosis de fertilizante orgánico asociados con peces (T1, T2) y un testigo cultivado tradicionalmente por el agricultor (T3), con asociación con peces, como se indica en el cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamiento de estudio.

Aplicaciones en Campo Definido								
Nº	Clave	Dosis	Prep.	15	20	25	50	80
			Terr.(%)	ddt(%)	ddt(%)	ddt	ddt(%)	ddt(%)
1	T1	M.O 10 t/ha.	100	--	--	pez1/2	--	--
		Mg.Ca 1 t/ha.	100	--	--	--	--	--
2	T2	M.O 10 t/ha.	50	--	16.6	pez1/2	16.6	16.6
		Mg.Ca 1 t/ha.	100	--	--	--	--	--
3	T3	NPK (45,46,60) PK(100) N(50)		--	--	pez1/2	--	N (50)
		Mg.Ca 1 t/ha.	100	--	--	--	--	--

M.O = Materia orgánica.
 N P K = Nitrógeno, fósforo y potasio.
 ddt = Días después del trasplante.
 Mg. Ca = Magnesio Calcio (roca caliza)
 Pez ½ = Densidad de peces 1 pez/2m².
 Prep. Terr. = Preparación de terreno.

3.9. Diseño experimental.

Se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR), con tres tratamientos y tres repeticiones (CALZADA, 1982; LITTLE, 1991), aplicados en cada parcela de los sectores destinados en estudio, Ver Planos 1 y 2.

3.10. Modelo aditivo lineal y análisis de variancia.

3.10.1. Modelo aditivo lineal.

El modelo aditivo lineal del Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) es como se indica en la ecuación 1.

$$Y_{ij} = \mu - T_i - B_j - E_{ij} \quad (1)$$

Donde:

- Y_{ij} = Respuesta del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.
- μ = Media general.
- T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.
- B_j = Efecto del j-ésimo bloque.
- E_{ij} = Error experimental.

3.10.2. Esquema del análisis de variancia.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)
Bloque	$(r - 1)$	$\Sigma Y^2_{.j/t} - FC$
Tratamiento	$(t - 1)$	$\Sigma Y^2_{.j/r} - FC$
Error	$(r-1)(t-1)$	por diferencia
Total	$(rt - 1)$	$\Sigma Y^2_{.ij} - FC$

3.11. Disposición experimental.

3.11.1. Bloques.

Número de bloques	:	03
Largo de bloques	:	60.00 m.
Ancho de bloques	:	50.00 m.
Área de cada bloque	:	3,000 m ² .
Separación entre bloques	:	1.00 m.

3.11.2. Parcelas.

Número de parcelas	:	09
Largo de cada parcela	:	50.00 m.
Ancho de cada parcela	:	20.00 m.
Área de cada parcela	:	1000.00 m ² .
Separación entre parcelas	:	1.00 m.

3.11.3. Hileras y golpes.

Distancia entre hileras	:	0.25 m.
Distancia entre golpes	:	0.25 m.
Número de golpes por m ²	:	16
Número de plantas por golpe	:	6

3.11.4. Dimensiones del campo.

Largo	:	180.00 m.
Ancho	:	50.00 m.
Área total del experimento	:	9 000 m ² .

3.11.5. Canal y pozo de refugio.**Canal**

Ancho	:	0.50 m.
Profundidad	:	0.40 m.

Pozo

Largo	:	1.00 m.
Ancho	:	1.00 m.
Profundidad	:	0.80 m.

3.12. Determinación de las observaciones.**3.12.1. Fertilidad de suelo.**

Se efectuó dos muestreos bajo la modalidad de zig – zag , para determinar la condición de suelo (antes y después de la investigación) en cada sector.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos de la Fundación para el Desarrollo Agrario del Alto Mayo (FUNDAAM), convenio Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM), en la Estación Experimental Agraria Nueva Cajamarca – Rioja. Los parámetros y métodos utilizados se indican en el cuadro 6.

Cuadro 6. Parámetros para determinar fertilidad del suelo.

Determinación	Símbolo	Unidad	Método
Materia orgánica	M.O	%	Walkey y Black
Nitrógeno total	N	%	Kjedahl
Fósforo disponible	P	ppm	Olsen Modificado
Potasio disponible	K	ppm.	H ₂ SO ₄ 6N
pH	--	pH	Potenciómetro

(Arévalo, Análisis Físico Químico de suelos, 1999)

3.12.2. Calidad de agua.

Se realizaron mediciones semanalmente con la finalidad de buscar alteraciones en el agua, que limiten la coexistencia del pez en el arrozal, los equipos empleados para la toma de datos, fueron del laboratorio de la Estación Pesquera de Marona, perteneciente al Ministerio de Producción Moyobamba. Los parámetros y equipos utilizados se indican en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Equipo y parámetros que se tienen en cuenta para el cultivo de peces.

Equipo	Parámetros	Mínimo	Óptimo	Máximo
Termómetro de mercurio	Temperatura (°C)	22	29	42
Oxímetro	Oxígeno (ppm)	1	5	8
Potenciómetro	pH	5	7	9

(Gamboa, Cultivos asociados, 1996)

3.12.3. Rendimiento de arroz.

El rendimiento de arroz en cáscara se determinó pesando la producción obtenido del área de cada tratamiento, los cuales fueron corregidos al 14 % de humedad y proyectados a t/ha.

3.12.4. Producción del pez.

Se realizó la evaluación de los peces en el arrozal en los parámetros de rendimiento en peso alcanzado por cada unidad experimental, este a su vez se proyectó en K/ha., se realizaron en total tres evaluaciones (cada 30 días).

3.13. Ejecución del experimento.

3.13.1. Almacigo.

- **Preparación de terreno.**

La poza de almacigo se dividió en dos bloques de 6.0 m. de ancho por 20.0 m. de largo. La preparación consistió en un pase de arado, batido y nivelación.

- **Siembra.**

Se realizó la fase de pre germinado, que consiste en remojo de la semilla (24 hrs.) y abrigo (48 hrs.), luego el día 05 de febrero de 2004 se realizó el voleo de la semilla sobre una lámina de agua transparente de 5 cm. con una densidad de 330 g/m² de semilla.

- **Riego.**

A los 5 días después de la siembra se aplicó el primer riego, para favorecer el prendimiento y desarrollo de las plántulas; posteriormente la frecuencia de riegos fue semanal manteniendo una lámina de agua de 5 a 10 cm. hasta el momento de la seca.

- **Deshierbo.**

A los 13 días después de la siembra, se realizó deshierbos en los bordes perimetrales del almácigo.

- **Abonamiento.**

El almácigo se fertilizó con una dosis de 90 K. de N/ha (20 g. de urea por metro cuadrado). El primer abonamiento se realizó el 19 de febrero del 2004 a los 15 días después de la siembra.

- **Saca de plántulas.**

La "saca" de plántulas de los almácigos se realizó a los 28 días después de la siembra, el día 03 de marzo del 2004., la saca consiste en extraer o separar las plántulas de arroz del terreno del almácigo.

3.13.2. Campo definido.

- **Muestreo de suelo.**

Se procedió al muestreo de suelo con un tubo muestreador, en forma de zig – zag a una profundidad de 29 cm. obteniendo un total de 10 sub – muestras por cada unidad experimental, que fueron homogenizadas y secados al medio ambiente aproximadamente por 48 horas, luego se pesó 1 K. de muestra y se llevó al laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agrícola de Nueva Cajamarca (E.E.A.N.C.) para el respectivo análisis.

El 04 de febrero del 2004 se realizó el primer muestreo de suelo, y el 27 de julio del 2004 el segundo muestreo por cada unidad experimental, al término del trabajo de investigación.

Durante esta fase de la investigación, se evaluó algunos parámetros indicadores de la fertilidad del suelo en dos momentos, al inicio y al finalizar el trabajo de investigación, se pretende con esto tener antecedentes que indiquen las condiciones de fertilidad de suelo al inicio y al término del trabajo.

- **Preparación del terreno.**

A partir el día 13 de febrero del 2004, se realizaron las labores de pase de arado, cruce, batido y nivelación. Paralelamente se construye los bordes que van a dividir los bloques y unidades experimentales.

- **Demarcación del campo.**

Se realizó el levantamiento topográfico de la parcela de investigación, el replanteo en terreno definitivo, en donde se trazaron los bloques utilizando estacas, cordel y wincha. Posteriormente el estacado de cada una de las parcelas, previamente enumeradas y pintadas, luego se instaló de acuerdo a los Planos 1 y 2, correspondientes a cada sector.

- **Trasplante.**

Se realizó el 03 de marzo del 2004 con plántulas de 28 días a un distanciamiento de 0.25 m. x 0.25 m. y a una profundidad de 3 cm. con 6 plántulas de golpe.

- **Abonamiento.**

El abonamiento se realizó a una dosis de 45 – 46 – 60 de NPK (dosis económica utilizada en su mayoría por los agricultores de la zona), para el tratamiento T3 (testigo), utilizándose los siguientes fertilizantes; urea como fuente de nitrógeno (45 % de N.), superfosfato triple de calcio como fuente de

fósforo (46 % de P_2O_5) y cloruro de potasio como fuente de potasio (60 % de K_2O). El 100 % de fósforo y potasio fueron incorporados al momento del batido. El nitrógeno se fraccionó en dos partes, el primero dentro de los 15 días después del trasplante inicio del macollamiento y la segunda fracción a los 80 días después del trasplante (punto de algodón) con una lámina de agua de 5 a 10 cm.

El abonamiento orgánico (gallinaza) se realizó con una dosis de 10 t/ha. distribuidos por cada tratamiento de la siguiente forma: para el tratamiento T1, 100 % al momento de preparar el terreno, en una sola aplicación, y tratamiento T2, 50 % al momento de preparar el terreno y tres fases de aplicación de 16.6 %, a los 20, 50 y 80 días después del trasplante, durante el desarrollo de la investigación, así mismo la incorporación de roca caliza se realizó al momento de preparar el terreno para los tratamientos T1, T2 y T3.

- **Construcción de canales de refugio.**

La construcción de los canales de refugio se realizó a quince días después del trasplante, con dimensiones de 0.50 m. x 0.40 m. (ancho por profundidad), adyacentes a los bordes en torno al perímetro de cada unidad experimental, a esto se adecuó un pozo de 1.00 m. x 1.00 m. con una profundidad de 0.80 m. con la finalidad de siembra de alevinos y cosecha de peces como se indica en el Plano 3.

- **Riego.**

El riego para los tratamientos T1, T2 y T3 se realizó al término de la construcción de los canales de refugio y pozo de siembra de alevinos, el cual se llevó a un tirante inicial de 10 cm. para ir paulatinamente incrementando el tirante a 15 cm. Las conexiones de pase de agua del canal alimentador hacia las unidades experimentales se realizaron con tubos de bambú cubiertas con malla (1.20 m. de longitud con un diámetro de 15 cm.).

Para los tratamientos T1, T2 y T3 el agua se drenó el 24 de junio del 2004 (90 días de estadía de los peces), dejando un mes aproximadamente para que el arroz seque uniformemente.

- **Siembra de alevinos.**

Se realizó el 29 de marzo del 2004, con alevinos juveniles en promedio de 20 g/pez, con una densidad de 1 pez/2 m²., utilizándose la especie *Oreochromis sp.* (tilapia híbrida), semilla que fue adquirida de la Estación Pesquera de Marona, del Ministerio de Producción Moyobamba.

- **Control de malezas.**

El control de malezas se realizó de forma manual, las malezas que predominaron fueron: "oreja de ratón" (*Heteranthera reniformes*), "moco de pavo" (*Echinochloa crusgalli*) y "coquito" (*Cyperus sp.*).

En los tratamientos T1, T2 y T3 no se aplicaron ningún tipo de controlador químico para malezas, para ello se recurrió a dos deshierbos programados oportunamente con la finalidad de mantener limpio el campo experimental.

- **Control fitosanitario.**

Se presentó ataques de "mosquilla" (*Hidrelia sp.*), "sogata" (*Tagosodes oryzicolus*), "gorgojito de agua" (*Lissorhoptus oryzophilus*), y ataque de "roedores" (*Sylvilagus sp.*). Durante el manejo de la parcela no se ha aplicado ningún producto químico por ser una variedad con tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades.

- **Cosecha.**

La cosecha de peces se realizó el 27 de junio del 2004 con 90 días de estadía de los peces en el sistema, el desagüe de las parcelas se realizó en forma lento (5 a 3 días de la pesca) para permitir que los peces accedan al

canal de refugio y pozo de cosecha, para no quedar atrapados en la terraza del arrozal.

La cosecha de arroz se realizó el 24 de julio del 2004 con 80 % de maduración, cosechándose el área neta de cada unidad experimental en estudio, descontándose los espacios perdidos por los canales de refugio. Esta labor se efectuó en forma manual, cortándose los tallos con hoz a 10 cm. sobre el suelo.

- **Trilla.**

Se realizó después de cortadas las plantas, en el campo experimental, empleándose mantas de polietileno, luego se azota (se golpea sobre tronco delgado) porciones de panojas cosechadas para desprender los granos, se ventiló, se obtuvo su porcentaje de humedad y se llenaron en sacos, previamente identificados con sus respectiva claves.

- **Pesado.**

Los peces cosechados fueron evaluados (pesados) posteriormente transportados a un ambiente de engorde.

El grano cosechado por tratamiento fue pesado en una balanza de plataforma de precisión, determinando el rendimiento fresco que luego fue corregido al 14 % de humedad del grano.

La corrección al 14 % de humedad se hace mediante la fórmula 2 y 3.

$$\text{Peso grano 0 \% H}^{\circ} = \frac{(\text{Rend. Grano H}^{\circ} \times 100) - \% \text{ H}^{\circ} \text{ medida}}{100} \quad (2)$$

$$\text{Peso grano 14 \% H}^{\circ} = \frac{\text{Peso grano 0 \% H}^{\circ} \times 100}{(100 - 14)} \quad (3)$$

3.14. Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó sobre la base del Diseño de Bloques Completamente Randomizados (DBCR) para los caracteres de fertilidad de suelo: materia orgánica (M.O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y pH; calidad de agua: temperatura(T°), oxígeno (O_2) y pH, y los parámetros de rendimiento de arroz y peces establecidos en cada sector.

La prueba de significación empleado entre tratamientos fue la prueba de Duncan al $\alpha = 0.05$.

IV. RESULTADOS

4.1. De los análisis de suelo.

4.1.1. Sector Shica.

Del Cuadro 8 se deduce lo siguiente:

1. Para la acidez del suelo (pH).
 - a. No existe diferencia significativas entre bloque pero existe diferencia significativa entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 3.69), es calificado como bueno.
2. Para la materia orgánica en el suelo (M.O).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 6.15), es calificado como bueno.
3. Para el nitrógeno en el suelo (N).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloque pero existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 2.82), es calificado como bueno.
4. Para el fósforo en el suelo (P).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V.=15.51), es calificado como aceptable.
5. Para el potasio en el suelo (K).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V.=13.74), es calificado como aceptable.

Cuadro 8. Análisis de parámetros indicadores de fertilidad de suelo utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces (Shica).

<u>Cuadrados Medios</u>						
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Acidez (pH)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Bloque	2	0.003NS	0.004NS	0.0002NS	0.015NS	6.967NS
Tratamiento	2	0.070*	0.060NS	0.004**	104.30**	285.9**
Error	4	0.008	0.019	0.0002	0.804	1.581
Total	8					
CV (%)		3.69	6.15	2.82	15.51	13.74

NS : No significativo.
 ** : Altamente significativo.
 * : Significativo.

4.1.1.1 Del pH del suelo.

Del Cuadro 9 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de la acidez del suelo del presente estudio es de 6.13, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.69 % que se ubica dentro del rango estadístico bueno.
2. Que el tratamiento T1 (6.27) ocupa el primer lugar, el cual no tiene diferencia significativa con el tratamiento T2 (6.17), así mismo estos tratamientos difieren significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (5.97)

Cuadro 9. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para acidez del suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Acidez del suelo (pH)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	6.27	a
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	6.17	a
T3	NPK(45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	5.97	b
Promedio		6.13	
CV(%)		3.69	

4.1.1.2. De la materia orgánica en el suelo.

Del Cuadro 10 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de la materia orgánica en el suelo del presente estudio es de 5.10 %, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.15 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que el tratamiento T1 (5.23 %) ocupa el primer lugar, el cual no tiene diferencia significativa con el tratamiento T2 (5.12 %), así mismo estos tratamientos difieren significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (4.95 %).

Cuadro 10. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para materia orgánica en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Materia orgánica (M.O %)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	5.23	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	5.12	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	4.95	b
Promedio		5.10	
CV (%)		6.15	

4.1.1.3. Del nitrógeno en el suelo.

Del Cuadro 11 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del nitrógeno en el suelo del presente estudio es de 0.27 %, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.82 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que el tratamiento T2 (0.31 %) ocupa el primer lugar, el cual tiene diferencia significativa con el tratamiento T1 y T3 (0.27 y 0.24 %), respectivamente, así mismo el tratamiento T2 difiere significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (0.24 %).

Cuadro 11. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para nitrógeno en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Nitrógeno (N%)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	0.31	a
T1	10 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	0.27	b
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	0.24	c
Promedio		0.27	
CV (%)		2.82	

4.1.1.4. Del fósforo en el suelo.

Del Cuadro 12 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del fósforo en el suelo del presente estudio es de 33.34 ppm., en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 15.51 % que se ubica dentro del rango estadístico de aceptable.
2. Que el tratamiento T1 (39.80 ppm) ocupa el primer lugar, el cual tiene diferencia significativa con el tratamiento T2 (32.36 ppm), así mismo estos tratamientos difieren significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (28.16 ppm).

Cuadro 12. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para fósforo en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Fósforo (ppm)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	39.80	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	32.36	b
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	28.16	c
Promedio		33.34	
CV (%)		15.51	

4.1.1.5. Del potasio en el suelo.

Del Cuadro 13 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del potasio en el suelo del presente estudio es de 83.55 ppm, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 13.74 % que se ubica dentro del rango estadístico de aceptable.
2. Que el tratamiento T1 (89.55 ppm) ocupa el primer lugar, el cual no tiene diferencia significativa con el tratamiento T2 (89.25 ppm), así mismo estos tratamientos difieren significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (72.49 ppm).

Cuadro 13. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para potasio en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Potasio (ppm)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	89.55	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	89.25	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	72.49	b
Promedio		83.55	
CV (%)		13.74	

4.1.2. Sector Marona.

Del Cuadro 14 se deduce lo siguiente.

1. Para la acidez del suelo (pH).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 8.77), es calificado como bueno.
2. Para la materia orgánica en el suelo (M.O).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 10.76), es calificado como bueno.
3. Para el nitrógeno en el suelo (N).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 7.34), es calificado como bueno.
4. Para el fósforo en el suelo (P).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 10.45), es calificado como bueno.
5. Para el potasio en el suelo (K).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.

- b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 13.47), es calificado como aceptable.

Cuadro 14. Análisis de variancia de parámetros indicadores de fertilidad de suelo utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Cuadrados Medios						
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Acidez (pH)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Bloque	2	0.003NS	0.008NS	0.0003NS	0.437NS	0.228NS
Tratamiento	2	0.063*	0.210NS	0.0004**	95.39**	853.60**
Error	4	0.047	0.033	0.0001	0.309	13.47
Total	8					
CV (%)		8.77	10.76	7.34	10.45	13.47

NS : No significativo.
 ** : Altamente significativo.
 * : Significativo.

4.1.2.1. Del pH del suelo.

Del Cuadro 15 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de la acidez del suelo del presente estudio es de 6.07, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de 8.77 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que el tratamiento T1 (6.13) ocupa el primer lugar, el cual no tiene diferencia significativa con el tratamiento T2 (6.17), así mismo estos tratamientos difieren significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (5.90).

Cuadro 15. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para acidez del suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Acidez del suelo (pH)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez½ /3 aplic. M.O de 16.6%	6.17	a
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez½	6.13	a
T3	NPK(45,46,60)/pez½/Mg.Ca	5.90	b
Promedio		6.07	
CV (%)		8.77	

4.1.2.2. De la materia orgánica en el suelo.

Del Cuadro 16 se deduce lo siguiente:

1. En el promedio general de la materia orgánica en el suelo del presente estudio es de 2.86 %, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 10.76 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que el tratamiento T2 (3.01 %) ocupa el primer lugar, el cual no tiene diferencia significativa con el tratamiento T1 (3.02 %), así mismo estos tratamientos difieren significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (2.56 %).

Cuadro 16. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para materia orgánica en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Materia Orgánica (M.O %)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	3.02	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	3.01	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	2.56	b
Promedio		2.86	
CV (%)		10.76	

4.1.2.3. Del nitrógeno en el suelo.

Del Cuadro 17 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del nitrógeno en el suelo del presente estudio es de 0.13 %, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloque ni entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 7.34 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que los tratamientos T1, T2 y T3 (0.14, 0.14 y 0.12 %) respectivamente no tienen diferencias significativas.

Cuadro 17. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para nitrógeno en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Nitrógeno (N%)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	0.14	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic.M.o de 16.6%	0.14	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	0.12	a
Promedio		0.13	
CV (%)		7.34	

4.1.2.4. Del fósforo en el suelo.

Del Cuadro 18 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del fósforo en el suelo del presente estudio es de 28.35 ppm, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 10.45 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que el tratamiento T1 (33.09 ppm) ocupa el primer lugar, el cual estadísticamente es significativo con los resultados obtenidos en el tratamiento T2 (29.84 ppm), así mismo estos tratamientos difieren significativamente a lo obtenido en el tratamiento T3 (22.11 ppm).

Cuadro 18. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para fósforo en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Fósforo (ppm)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10 t/ha M.O/Mg.Ca/pez½	33.09	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez½ /3 aplic. M.O de 16.6%	29.84	b
T3	NPK (45,46,60)/pez½/Mg.Ca	22.11	c
Promedio		28.35	
CV (%)		10.45	

4.1.2.5. Del potasio en el suelo.

Del Cuadro 19 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del potasio en el suelo del presente estudio es de 57.83 ppm, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 13.47 % que se ubica dentro del rango estadístico de aceptable.
2. Que el tratamiento T1 (69.55 ppm) ocupa el primer lugar, el cual tiene diferencia significativa con el tratamiento T2 (65.45 ppm), así mismo estos tratamientos difieren a lo obtenido en el tratamiento T3 (38.50 ppm).

Cuadro 19. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para potasio en el suelo de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Potasio (ppm)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	69.55	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	65.45	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	38.50	b
Promedio		57.83	
CV (%)		13.47	

4.1.3. Comparación estadística de parámetros de fertilidad.

En las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5 que a continuación se muestran, se establece los valores comparativos obtenidos en el análisis de suelo al final, frente al inicio del trabajo de investigación.

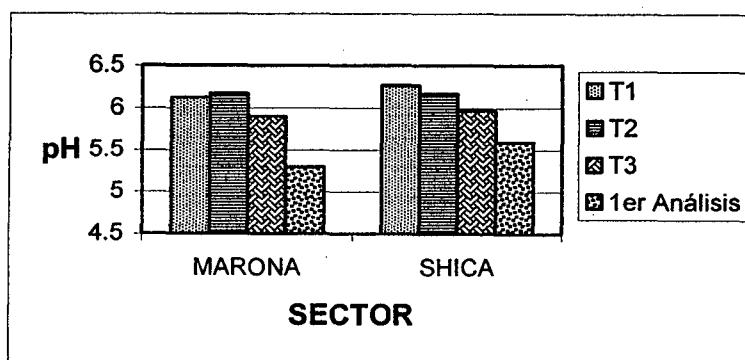


Figura 1. Variación del pH en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al 1^{er} análisis de suelo realizado.

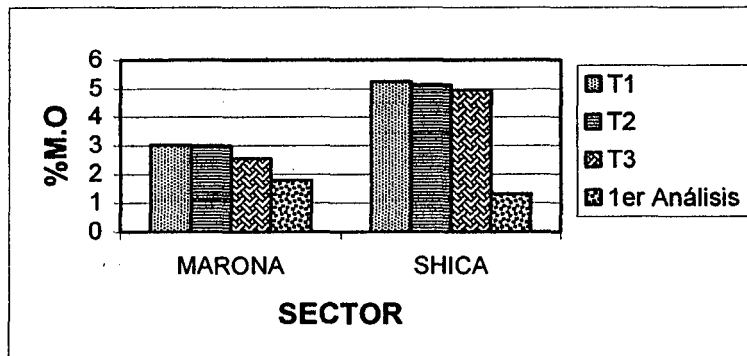


Figura 2. Variación de materia orgánica en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al 1^{er} análisis de suelo realizado.

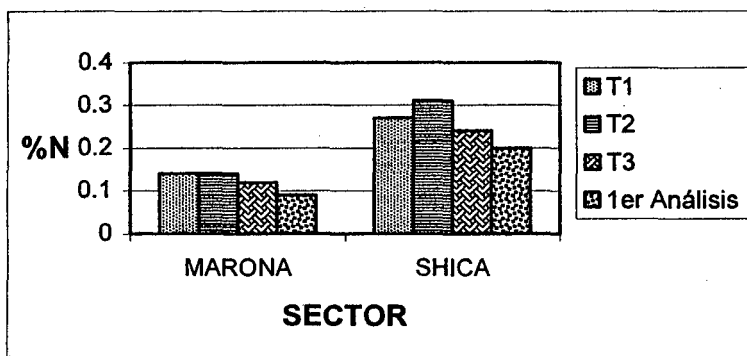


Figura 3. Variación del nitrógeno en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al 1^{er} análisis de suelo realizado.

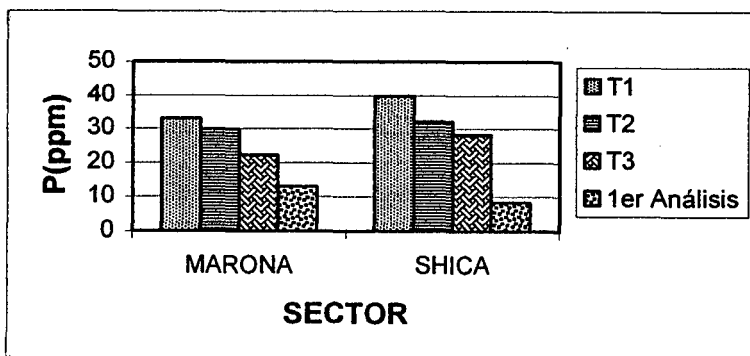


Figura 4. Variación del fósforo en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al 1^{er} análisis de suelo realizado.

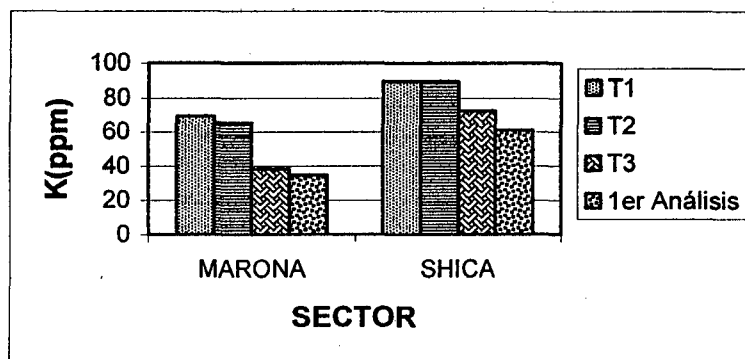


Figura 5. Variación del potasio en los tratamientos T1, T2 y T3 (análisis final) frente al 1^{er} análisis de suelo realizado.

4.2. De la calidad del agua.

4.2.1. Marona.

Del Cuadro 20 se deduce lo siguiente:

1. Para la temperatura de agua.
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 2.81), es calificado como bueno.
2. Para el oxígeno en el agua (O₂)
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe significancia entre tratamiento.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 8.10), es calificado de bueno.
- 3 Para la acidez del agua (pH).
 - a. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe significancia entre tratamientos.
 - b. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 3.90), es calificado como bueno.

Cuadro 20. Análisis de variancia de parámetros indicadores de la calidad de agua, utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Fuente Variación	Grados de Libertad	<u>Cuadrados Medios</u>		
		Temperatura (°C)	Oxígeno (ppm)	Acidez (pH)
Bloque	2	0.021NS	0.041NS	0.021NS
Tratamiento	2	0.014NS	0.42*	0.154*
Error	4	0.018	0.034	0.011
Total	8			
CV (%)		2.81	8.10	3.90

NS : No significativo.
 ** : Altamente significativo.
 * : Significativo.

4.2.1.1. De la temperatura del agua.

Del Cuadro 21 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de la temperatura del agua del presente estudio es de 22.46 °C, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.81 % que se ubica dentro de los rangos estadísticos de muy bueno.
2. Que los tratamientos T1, T2 y T3, no presentan diferencias significativas.

Cuadro 21. Prueba de de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la temperatura del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Temperatura (°C)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	22.53	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	22.43	a
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	22.40	a
Promedio		22.46	
CV (%)		2.81	

4.2.1.2. Del oxígeno del agua.

Del Cuadro 22 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del oxígeno disuelto en el agua del presente estudio es de 5.26 ppm, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.10 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que el tratamiento T3 (5.67 ppm) ocupa el primer lugar, el cual tiene diferencia significativa frente a los tratamientos T1 y T2 (5.17 y 4.93 ppm) respectivamente.

Cuadro 22. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el oxígeno disuelto en el agua en tres tratamientos del sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Oxígeno Disuelto (ppm)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	5.67	a
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	5.17	b
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	4.93	c
Promedio		5.26	
CV (%)		8.10	

4.2.1.3. De la acidez del agua (pH).

Del Cuadro 23 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de la acidez del agua del presente estudio es de 7.32, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.90 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que los tratamientos T1, T2 (7.50 y 7.40) respectivamente no tienen diferencia significativa, así mismo el tratamiento T3 (7.07) estadísticamente es significativo frente a los tratamientos T1 y T2.

Cuadro 23. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la acidez del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Acidez del agua (pH)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	7.50	a
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	7.40	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	7.07	b
Promedio		7.32	
CV (%)		3.90	

4.2.2. Sector Shica.

Del Cuadro 24 se deduce lo siguiente:

1. Para la temperatura del agua.
 - c. No existe diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos.
 - d. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 4.82), es calificado como bueno.
2. Para el oxígeno en el agua (O₂)
 - c. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe significancia entre tratamiento.
 - d. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 8.36), es calificado de bueno.
- 3 Para la acidez del agua (pH).
 - c. No existe diferencias significativas entre bloques pero existe significancia entre tratamientos.
 - d. El coeficiente de variabilidad (C.V. = 3.58), es calificado como bueno.

Cuadro 24. Análisis de variancia de parámetros indicadores de la calidad de agua, utilizados en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Fuente Variación	Grados de Libertad	<u>Cuadrados Medios</u>		
		Temperatura (°C)	Oxígeno (ppm)	Acidez (pH)
Bloque	2	0.021NS	0.041NS	0.021NS
Tratamiento	2	0.014NS	0.421*	0.154*
Error	4	0.018	0.034	0.011
Total	8			
CV (%)		4.82	8.36	3.58

NS : No significativo.
 ** : Altamente significativo.
 * : Significativo.

4.2.2.1. De la temperatura del agua.

Del Cuadro 25 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de la temperatura del agua del presente estudio es de 22.98 °C, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre los tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 5.01 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que los tratamientos T2 y T3, (22.95 y 22.90 °C) no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos, pero si comparativamente con el tratamiento T1 (23.10 °C).

Cuadro 25. Prueba de de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la temperatura del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Temperatura (°C)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez½	23.10	a
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez½ /3 aplic. M.O de 16.6%	22.95	b
T3	NPK (45,46,60)/pez½/Mg.Ca	22.90	b
Promedio		22.98	
CV (%)		5.01	

4.2.2.2. Oxígeno del agua.

Del Cuadro 26 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del oxígeno disuelto en el agua del presente estudio es de 5.53 ppm, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.36 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que el tratamiento testigo T3 (5.95 ppm) ocupa el primer lugar, el cual tiene diferencia significativa frente a los tratamientos T1 y T2 (5.47 y 5.17 ppm) respectivamente.

Cuadro 26. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el oxígeno disuelto en el agua en tres tratamientos del sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Oxígeno Disuelto (ppm)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	5.95	a
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	5.47	b
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	5.17	c
Promedio		5.53	
CV (%)		8.36	

4.2.2.3. De la acidez del agua (pH).

Del Cuadro 27 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de la acidez del agua del presente estudio es de 7.39, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe significancia entre tratamientos, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.58 % que se ubica dentro del rango estadístico de bueno.
2. Que los tratamientos T1, T2 (7.50 y 7.47) respectivamente no tienen diferencia significativa, pero existe significancia con el tratamiento T3 (7.20).

Cuadro 27. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la acidez del agua en tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Acidez del Agua (pH)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	7.50	a
T2	5t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O de 16.6%	7.47	a
T3	NPK (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	7.20	b
Promedio		7.39	
CV (%)		3.58	

4.3. De los rendimientos.

4.3.1. Producción de arroz.

Del Cuadro 28 se deduce lo siguiente:

1. Para el rendimiento de arroz obtenido en el sector Marona.
 - a. No existe diferencia significativa entre bloques, pero existe diferencias significativas entre tratamientos.
 - b. Que el coeficiente de variabilidad obtenido de (C.V = 6.71 %) se califica como bueno.
2. Para el rendimiento de arroz obtenido en el sector Shica.
 - a. No existe diferencia significativa entre bloques, pero existe diferencias significativas entre tratamientos.
 - b. Que el coeficiente de variabilidad obtenido de (C.V = 6.86 %) se califica como bueno.

Cuadro 28. Análisis de variancia de rendimiento en arroz obtenidos en sectores de Marona y Shica.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	<u>Cuadrados Medios</u>	
		Sector Marona	Sector Shica
Bloque	2	0.044NS	0.104NS
Tratamiento	2	0.320*	0.225*
Error	4	0.023	0.026
Total	8		
CV(%)		6.71	6.86

NS : No significativo.
 ** : Altamente significativo.
 * : Significativo.

4.3.1.1. Del rendimiento sector Marona.

Del Cuadro 29 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de rendimiento del presente estudio es de 5.17 t/ha, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.71 % que es considerado como bueno.
2. En este caso el tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un rendimiento de 5.52 t/ha., estadísticamente es significativo frente a los tratamientos T2 y T3 (5.10 y 4.88 t/ha), y estos entre sí son significativos.

Cuadro 29. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	5.52	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O d 16.6%	5.10	b
T3	NKP (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	4.88	c
Promedio		5.17	
CV (%)		6.71	

4.3.1.2. Del rendimiento sector Shica.

Del Cuadro 30 se deduce lo siguiente:

1. En este sector el promedio general de rendimiento del presente estudio es de 5.61 t/ha, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.86 % que es calificado como bueno.
2. En este caso el tratamiento T1 ocupa el primer lugar con un rendimiento de 5.92 t/ha, estadísticamente es significativo frente a los tratamientos T2 y T3 (5.52 y 5.40 t/ha), y estos significativos entre sí.

Cuadro 30. Prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Shica.

Clave	Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	5.92	a
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O d 16.6%	5.52	b
T3	NKP (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	5.40	c
Promedio		5.61	
CV (%)		6.86	

4.3.2. Producción en peces.

Del Cuadro 31 se deduce lo siguiente:

1. Para el rendimiento de peces obtenidos en el sector Marona.
 - a. No existe diferencia significativa entre bloques, pero existe diferencias altamente significativas entre tratamientos.
 - b. Que el coeficiente de variabilidad obtenido de (C.V = 10.16 %) se califica como bueno.
2. Para el rendimiento de peces obtenido en el sector Shica.
 - a. No existe diferencia significativa entre bloques, pero existe diferencias altamente significativas entre tratamientos.
 - b. Que el coeficiente de variabilidad obtenido de (C.V = 11.62 %) se califica como bueno.

Cuadro 31. Análisis de variancia de rendimiento en peces obtenidos en sectores de Marona y Shica.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	<u>Cuadrados Medios</u>	
		Sector Marona	Sector Shica
Bloque	2	2.056NS	1.560NS
Tratamiento	2	7493.154**	5081.202**
Error	4	2.845	3.982
Total	8		
CV(%)		10.16	11.62

NS : No significativo.
 ** : Altamente significativo.
 * : Significativo.

4.3.2.1. De la producción de peces en el sector Marona.

Del Cuadro 32 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general del rendimiento de peces del presente estudio es de 275.52 K/ha, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 10.16 % que es calificado como bueno.
2. El tratamiento T2 ocupa el primer lugar con un rendimiento de 318.12 K/ha, estadísticamente es significativo frente a los tratamientos T1 y T3 con rendimientos de 287.93 y 220.51 K/ha, respectivamente y estos a su vez significativos entre sí.

Cuadro 32. Prueba de significación Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento en peces de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Marona.

Clave	Tratamiento	Rendimiento (K/ha)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O d 16.6%	318.12	a
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	287.93	b
T3	NKP (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	220.51	c
Promedio		275.52	
CV (%)		10.16	

4.3.2.2. De la producción de peces en el sector Shica.

Del Cuadro 33 se deduce lo siguiente:

1. El promedio general de rendimiento de peces del presente estudio es de 295.05 K/ha, en el análisis estadístico se determina que no existe diferencias significativas entre bloques, pero existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 11.62 % que es calificado como bueno.
2. El tratamiento T2 ocupa el primer lugar con un rendimiento en peces de 326.47 K/ha, estadísticamente es significativo frente a los tratamientos T1 y T3 (310.21 y 248.46 K/ha) respectivamente y estos a su vez significativos entre sí.

Cuadro 33. Prueba de significación Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento en peces de tres tratamientos en el sistema de producción asociado arroz y peces sector Snica.

Clave	Tratamiento	Rendimiento (K/ha)	Significación Duncan ($\alpha = 0.05$)
T2	5 t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$ /3 aplic. M.O d 16.6%	326.47	a
T1	10t/ha M.O/Mg.Ca/pez $\frac{1}{2}$	310.21	b
T3	NKP (45,46,60)/pez $\frac{1}{2}$ /Mg.Ca	248.46	c
Promedio		295.05	
CV (%)		11.62	

V. DISCUSIÓN

5.1. De los análisis de suelo.

5.1.1. Sector Shica.

El análisis físico realizado, indica que la clase textural en este sector es arcilloso (Ar), calificado como textura fina, se considera suelos pesados, excesiva retención de agua y escasa aireación (MANSILLA, 2003).

Los resultados de pH en los tratamientos T1, T2 y T3 (6.27, 6.17 y 5.97) al finalizar el trabajo de investigación indican que es ácido, con variaciones del pH de estos tratamientos, frente al análisis de suelo realizado al inicio del trabajo (5.6) calificado como ácido. Esto, debido a que existe un aumento en el grado de saturación de bases, por la presencia de sales de calcio y magnesio, en forma de carbonatos (CaCO_3 , MgCO_3), por la aplicación de roca caliza (ZUÑIGA, 1998).

En materia orgánica del suelo, el nivel es alto, para el caso de los tratamientos T1, T2 y T3 (5.23, 5.12 y 4.95 %), que como se recordará en el Cuadro 2 al inicio del trabajo, el porcentaje de materia orgánica es de 4.6 % calificado como alto (MANSILLA, 2003), por lo que es preciso indicar el tipo de preparación de suelo que se realiza, en donde se incorporaba al suelo la zoca de arroz de cultivos anteriores, el cual constituye un buen aporte de materia orgánica; el fertilizante orgánico incorporado en el suelo en los tratamientos T1 T2 aporta materia orgánica, por lo que se registra un aumento en los análisis realizados, teniendo en cuenta algunas de sus propiedades, el cual mejora la estructura del suelo, la actividad microbiana, es fuente de nutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo y ayuda a mantener una reacción uniforme (pH) en el suelo (BOHN, 1993).

El nitrógeno registrado en los tratamientos T2, T1 y T3 (0.31, 0.27 y 0.24 %) respectivamente es calificado como medio al final del trabajo de investigación, frente al análisis de suelo realizado al inicio del trabajo se registró un incremento en el porcentaje de nitrógeno, siendo los de mayor significancia los tratamientos T1 y T2 (0.27 y 0.31 %). teniendo en cuenta que el nitrógeno aportado por la gallinaza, se encuentra en forma disponible para las plantas y por los problemas de volatilización, estos incrementos obtenidos en los tratamientos, pueden referirse a la materia orgánica del suelo producto de la incorporación de la zoca de anteriores cultivos de arroz, a esto se suma la intensidad de la descomposición, mineralización del nitrógeno orgánico a amonio (NH_4^+) y la transformación a formas asimilables (NO_2 , NO_3) el cual depende de la temperatura, humedad, aireación, pH y tipo de materia orgánica, estableciendo una liberación lenta de nutrientes (ZUÑIGA, 1998).

El nivel de fósforo disponible en el suelo es de 8.4 ppm, al inicio del trabajo de investigación calificado como medio, con respecto a los datos obtenidos al final del trabajo de investigación (Figura 4), estos se incrementan significativamente en los tratamientos T1, T2 y T3 (39.8, 32.36 y 28.16 ppm) respectivamente, el nivel crítico para estos datos es alto. La práctica de encalado realizado en los tratamientos para elevar el pH del suelo cerca de la neutralidad ha producido un aumento en la disponibilidad del fósforo, esto probablemente por hidrólisis de fosfatos insolubles y formación de fosfatos cálcicos, que también se relacionaría con la mineralización de la materia orgánica (ZUÑIGA, 1998).

El potasio disponible en el suelo al inicio como al final del trabajo es calificado como bajo, pero como se ve en los resultados obtenidos al final del trabajo los niveles registrados aumentaron significativamente en los tratamientos T1 y T2 (89.55 y 89.25 ppm) con los obtenidos en el tratamiento T3 (testigo) con 72.49 ppm. Con respecto al potasio disponible al inicio del trabajo (61.20 ppm) no se registró cambios en el nivel crítico manteniéndose como bajo, pero si hubo incremento significativo como ya se vio en los

tratamientos T1 y T2, lo que se atribuye al efecto de la roca caliza e incorporación de materia orgánica y su proceso de mineralización.

5.1.2. Sector Marona.

El análisis físico realizado indica que la clase textural en este sector es franco arenoso (FrAo) calificado como textura moderadamente gruesa (MANSILLA, 2003), considerado como suelo ligero, estos suelos con mayor proporción de arena son menos productivos que los suelos con predominancia de partículas finas, se necesitará más agua y un nivel de nutrientes más alto a aplicarse en este tipo de suelo.

Los valores de pH del suelo de los tratamientos T2, T1 y T3 (6.17, 6.13 y 5.9) respectivamente, indican un suelo ácido, con respecto al inicio del trabajo (5.3) se calificó como muy ácido, este incremento del pH de los tratamientos T2 y T1 (6.17 y 6.13) que son significativos con respecto al tratamiento T3 (5.9) y a los obtenidos al inicio del trabajo, se explica debido a que existe un incremento en el grado de saturación de bases por la presencia de sales de calcio y magnesio en forma de carbonatos (CaCO_3 , MgCO_3), por la aplicación de roca caliza (ZUÑIGA, 1998).

El nivel de materia orgánica en el suelo es de nivel medio, caso de los tratamientos T1, T2 y T3 (3.02, 3.01 y 2.56 %), los mismos que incrementaron con respecto al inicio del trabajo de investigación donde se registró 1.8 % calificado como bajo (MANSILLA, 2003). El fertilizante orgánico incorporado en el suelo en los tratamientos T1 y T2 aporta materia orgánica, por lo que se registra un aumento en los análisis realizado, teniendo en cuenta algunas de sus propiedades, el cual mejora la estructura del suelo, la actividad microbiana, es fuente de nutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo y ayuda a mantener una reacción uniforme (pH) en el suelo (BOHN, 1993).

El nivel de nitrógeno registrado en los tratamientos T1, T2 y T3 (0.14, 0.14 y 0.12 %) respectivamente es calificado como medio al final del trabajo de investigación, con respecto al análisis de suelo realizado al inicio del trabajo (0.09 %) se registró un incremento en el porcentaje de nitrógeno, siendo los de mayor significancia los tratamientos T1 y T2 teniendo en cuenta que el nitrógeno aportado por la gallinaza casi la totalidad esta presente en forma disponible para las plantas y por los problemas de volatilización, estos incrementos obtenidos en los tratamientos, pueden referirse a la materia orgánica del suelo producto de la incorporación de la zoca de anteriores cultivos de arroz y enmienda utilizada (roca caliza), a esto la intensidad de la descomposición, mineralización del nitrógeno orgánico a amonio (NH_4^+) y la transformación a formas asimilables (NO_2 , NO_3) ya que depende de la temperatura, humedad, aireación, pH y tipo de materia orgánica, el cual establece una liberación lenta de nutrientes (ZUÑIGA, 1998).

El fósforo disponible en el suelo es de 13.1 ppm al inicio del trabajo de investigación, calificado como medio, con respecto a los datos obtenidos al final del trabajo estos se incrementan significativamente en los tratamientos T1, T2 y T3 (33.09, 29.84 y 22.11 ppm) donde el nivel crítico para estos datos es alto, la práctica de encalado realizado en los tratamientos para elevar el pH del suelo cerca de la neutralidad ha producido un aumento en la disponibilidad del fósforo, esto probablemente por hidrólisis de fosfatos insolubles y formación de fosfatos cálcicos parte influyente en el proceso de mineralización de la materia orgánica (ZUÑIGA, 1998).

El nivel de potasio disponible en el suelo, al inicio como al final del trabajo es calificado como bajo como se indica en los resultados obtenidos al final del trabajo, los niveles registrados aumentaron significativamente en los tratamientos T1 y T2 (69.55, 65.45 ppm) con los obtenidos en el tratamiento T3 (testigo) con 38.50 ppm si bien es cierto la incorporación de materia orgánica y enmienda realizado no produjo cambios como para alcanzar nivel crítico medio,

pero se registró cambios significativos positivos en los tratamientos (MANSILLA, 2003).

5.2. De la calidad de agua.

5.2.1. Sector Marona.

El nivel crítico registrado en la temperatura del agua para los tratamientos T1, T3 y T2 (22.53, 22.43 y 22.40 °C) son calificados como mínimo para el crecimiento y desarrollo de los peces, considerándose para el sistema como aceptable.

El nivel crítico para el oxígeno disuelto en el agua para los tratamientos T3, T1 y T2 (5.67, 5.17 y 4.93 O₂) son calificados como óptimos para el desarrollo y crecimiento de los peces.

El nivel crítico para el pH del agua para los tratamientos T1, T2 y T3 (7.50, 7.40 y 7.07) son calificados como óptimos ya que favorece la productividad de las pozas, cuanto más estable permanezca el pH mejores condiciones se propiciarán para la producción natural de la misma.

Para permitir estos niveles, los recambios de agua deben programarse de tal manera de satisfacer los niveles mínimos requeridos para permitir la movilidad del pez en el sistema, mantener niveles de oxígeno disuelto óptimos. A ello, los registros obtenidos indican que durante horas de la mañana (7:00 a.m.) estos niveles bajan, para incrementar durante el día (Apéndice 2, Anexo C), factor importante ya que existe una producción activa de O₂, por parte de microorganismos (fitoplancton), durante la noche esto se revierte por proceso de respiración efectuado por las plantas ya que libera CO₂, así mismo afecta al pH pues aumenta su alcalinidad (GAMBOA, 1996).

5.2.2. Sector Shica.

Lo registrado en temperatura del agua para los tratamientos T1, T2 y T3 (23.10, 22.93 y 22.90 °C) son calificados como mínimo para el crecimiento y desarrollo de los peces, considerándose para el sistema como aceptable.

El nivel crítico para el oxígeno disuelto en el agua para los tratamientos T3, T1 y T2 (5.95, 5.47 y 5.17 O₂) son calificados como óptimos para el desarrollo y crecimiento de los peces.

Para la prueba de pH en el agua en los tratamientos T1, T2 y T3 (7.50, 7.47 y 7.20) son calificados como óptimos, ya que favorece la productividad de las pozas, cuanto más estable permanezca el pH mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural de la misma.

Para permitir estos niveles los recambios de agua deben programarse de tal manera de satisfacer los niveles mínimos requeridos para permitir la movilidad del pez en el sistema, así como para mantener niveles de oxígeno disuelto óptimos. A ello los registros obtenidos indican que durante horas de la mañana (7:00 a.m.) (Apéndice 2, Anexo D), estos niveles bajan para incrementar durante el día, factor importante ya que existe una producción activa de O₂ por parte de microorganismos (fitoplancton), durante la noche esto se revierte por proceso de respiración efectuado por las plantas ya que libera CO₂, así mismo afecta directamente al pH pues aumenta su alcalinidad (GAMBOA, 1996).

5.3. De los rendimientos.

5.3.1. Arroz.

Con respecto al rendimiento las diferencias significativas encontradas para los tratamientos considerados (Cuadro 28), indican que no todos los tratamientos estudiados se comportaron de la misma manera en lo que se refiere a este parámetro.

Este comportamiento diferencial se apoya en la diferente fuente de fertilizantes y enmienda utilizada como la asociación del pez en el arrozal y una variedad de arroz de alto rendimiento y resistente a problemas fito sanitarios.

5.3.1.1. Del rendimiento de arroz sector Marona.

En el Cuadro 29 se observa que el rendimiento de arroz cáscara varía entre 5.52 y 4.88 t/ha. el menor valor corresponde al tratamiento T3 (testigo) y el mayor valor al tratamiento T1.

Teniendo en cuenta que en esta zona la mayor parte de los suelos utilizados para el cultivo de arroz son de clase textural franco arenoso (Cuadro 1) de alta permeabilidad, se obtuvieron buenos resultados en los tratamientos T1 y T2 (5.52 y 5.10 t/ha), no obstante el resultado obtenido en el tratamiento T3 (testigo) es considerado como aceptable, teniendo en cuenta que la producción normal en esta zona es de 4.5 t/ha (TEPE, 2000).

5.3.1.2. Del rendimiento de arroz sector Shica.

En el Cuadro 30 se observa que el rendimiento de arroz cáscara varía entre 5.92 y 5.40 t/ha. el menor valor corresponde al tratamiento T3 (testigo) y el mayor valor al tratamiento T1.

Teniendo en cuenta que en esta zona la mayor parte de los suelos utilizados para el cultivo de arroz son de clase textural arcilloso (Cuadro 2) de baja permeabilidad, se obtuvieron resultados aceptables en los tratamientos T1 y T2 (5.92 y 5.52 t/ha), no obstante el resultado obtenido en el tratamiento T3 es considerado como un promedio de producción normal (TEPE, 2000).

5.3.2. Peces.

5.3.2.1. De la producción de peces sector Marona.

Del Cuadro 32 se observa que la producción de peces varía entre 220.51 y 318.12 K/ha. el menor valor corresponde al tratamiento T3 (testigo) y el mayor valor al T2.

La incorporación de M.O en tres fases durante el trabajo de investigación en el tratamiento T2 durante la estadía de los peces en el arrozal dió mejor resultado, en donde influyeron la temperatura el pH y el oxígeno disuelto en el agua ya que crearon un medio ideal para una producción natural del sistema (plancton) y proveer de alimento a los peces.

Esto ha permitido alcanzar un promedio de 82.50 g/pez durante los 90 días de estadía del pez en el arrozal. Con respecto al tratamiento T1 se ha alcanzado un promedio de 73.00 g/pez, que comparativamente con el tratamiento testigo T3 que solo alcanzó 57.70 g/pez, indican que los rendimientos alcanzados en los tratamientos T1 y T2 son muy buenos (LOPEZ, 1980).

Se tiene en cuenta un porcentaje de mortandad de un 22.47% calificado como manejable, el principal problema que se registra en este caso es el ataque de depredadores como garzas, serpientes de agua y lobos de río.

5.3.2.2. De la producción de peces en el sector Shica.

En el cuadro 33 se observa que el rendimiento promedio para este sector en peces es de 295.05 K/ha. y la producción de peces varía entre 326.47 y 248.46 K/ha, correspondiendo al menor valor al T3 (testigo) y el mayor valor al T2.

La incorporación de fertilizante orgánico aplicado en tres fases (T2) durante la estadía de los peces en el arrozal obtuvo mejor resultado ya que mejora la producción natural del sistema.

El descenso del oxígeno disuelto en el agua en el tratamiento (T2) no produce problemas de deficiencia, no limita el desarrollo de los peces en el arrozal, donde los niveles registrados se encuentran dentro de los rangos óptimos, esto ha permitido alcanzar un promedio de 83.87 g/pez, en el

tratamiento T2 durante los 90 días de estadía del pez en el arrozal; con respecto al tratamiento T1 se ha alcanzado un promedio de 77.30 g/pez, que comparativamente con el tratamiento testigo (T3) que solo alcanzó un promedio de 62.53 g/pez lo que indica que los resultados obtenidos en los tratamientos T1 y T2 son muy buenos teniendo en cuenta que no se aplica alimento suplementario para la alimentación del pez en el arrozal (LOPEZ, 1980).

Se tiene un promedio de mortandad de 20.1 % calificado como manejable ya que se puede reducir estos índices. El problema que se registra en este caso es el ataque de depredadores como garzas y serpientes de agua.

VI. CONCLUSIONES

1. La incorporación de gallinaza y roca caliza (CA, Mg) al suelo contribuyó a incrementar la disponibilidad de nutrientes al suelo, reflejándose esto en la productividad.
2. Las condiciones de calidad de agua (T°, O₂, pH) registrados en el sistema son indicadores que los peces pueden desarrollarse satisfactoriamente en el sistema con un peso promedio de 80 g/pez caso del tratamiento T2.
3. Los mejores rendimientos en arroz se obtuvieron en el sector Marona en los tratamientos T1 y T2 lo que indica que se incrementó la producción.

VII. RECOMENDACIONES

1. La fertilización orgánica en suelos de textura gruesa da mejores resultados en rendimiento de arroz y producción de peces.
2. Los recambios de agua deben programarse de tal manera que se pueda mantener niveles de agua óptimos para el desplazamiento del pez en el sistema, al mismo tiempo favorecer los niveles adecuados de oxígeno y temperatura del agua.
3. El manejo y transporte de los alevinos debe realizarse con cuidado ya que podría contribuir a incrementar la mortandad de los peces en el sistema.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en dos zonas de producción agrícola con predominancia en el cultivo de arroz, los mismos que se han sectorizado caso del sector Marona ubicada en la Provincia de Moyobamba y sector Shica en la Provincia de Rioja, en el departamento de San Martín.

Se contó con dos tratamientos: T1 con incorporación de gallinaza de 10 t/ha y roca caliza de 1 t/ha y T2 con incorporación de 5 t/ha de gallinaza y 1 t/ha de roca caliza con tres aplicaciones posteriores de 16.6 % de gallinaza durante la fase de investigación, se manejó un tratamiento T3 (testigo), con fertilización inorgánica con una dosis económica de 45, 46, 60 (NPK) y 1 t/ha de roca caliza. La asociación de los peces (20 g/pez) en el arrozal se realizó a los 25 días después de trasplantado el arroz (variedad Alto Mayo), previa construcción de los canales de refugio, el cual se manejó con un tirante de agua constante de 0.15 m.

El diseño estadístico aplicado en el presente estudio, es el Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR) con tres repeticiones y el análisis de los resultados se realizó con la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

El presente trabajo tiene como objeto determinar la factibilidad del sistema asociado arroz y peces bajo condiciones medio ambientales del valle del Alto Mayo.

Los resultados obtenidos determinan que la fertilización orgánica y roca caliza incrementan la disponibilidad de nutrientes, reflejándose mejor en

suelo de textura gruesa alcanzando nivel alto para la materia orgánica, medio en N, alto para fósforo, con pH que varió de muy ácido a ácido y nivel bajo en potasio con incremento registrado al final del trabajo. Las condiciones de calidad de agua (T°, O₂, pH) registrados en el estudio indican niveles óptimos para el desarrollo de los peces y productividad natural de las parcela (pH: 7.4, O₂: 5.4 ppm, T°: 22.7 °C), registrándose una ganancia en peso de 80 g/pez durante los 90 días de estadía del pez en el sistema (sectores Marona y Shica); los rendimientos de arroz obtenidos con mejores resultados se registra en el sector Marona (T1: 5.52 t/ha) frente a la producción tradicional (4,5 t/ha), no obstante lo obtenido en el sector Shica se considera como aceptable ya que se registró un ligero incremento (T1: 5.9 t/ha) frente a la producción tradicional (5.4 t/ha) para este sector.

IX. ABSTRACT

The work of investigation was made in two zones of agricultural production, Marona sector, in the Province of Moyobamba and Shica sector in the Province of Rioja in the Department of San Martín, a period of 6 months (February - July of the 2004). The objectives allowed in: to determine the fertility of the ground, the quality of the water and yield of rice and fish. The methodology consisted of adapting lands of rice fields by means of: organic fertilization (gallinaza) and incorporation of limestone rock (amendment), construction of the refuge channels, variety of resistant rice to plagues and diseases (the High May) and a species of resistant fish at low oxygen levels (*Oriochromis* sp). The obtained results determine better that gallinaza and limestone rock increase the availability of nutrients, being reflected in ground of heavy texture, reaching high after organic nitrogen matter, average level, phosphorus stop, with pH that varied of very acid to acid and low potassium level with increase at the end of the work. The conditions of quality of water (T° ; O_2 ; pH), indicate optimal levels for the development of fish and natural productivity of the parcels (pH: 7,4. O_2 : 5.4 ppm, T° : 22.7 °C), registering a gain in weight of 80 g/pez during estadía of the fish in the system (Marona and Shica); the best result in rice yield is registered in the sector Marona (T1: 5.52 t/ha) as opposed to the traditional production (4,5 t/ha).

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALI M. Ahyaudin, 1990. Sistema de piscicultura en arrozales con bajos niveles de insumos en Malasia. Agro-acuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO, (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 10 Oct. 2003)
- AREVALO, L. 1999. Manual de Laboratorio para Análisis Físico Químico de Suelos, Centro Interamericano para la investigación.
- BIMBAO, M.P., Cruz, A.V & Smith, I.R. 1990. Una valoración económica de cultura del arroz – pez en la Filipinas. Agro-acuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO, (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 15 Oct. 2003)
- BOHN, 1993. Química de suelo, Limusa, S.A., México.
- CALZADA, B. J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta Edición. Editorial Milagros. Lima, Perú, p. 644.
- DE LA CRUZ, C.R. 1990. El refugio del estanque en los sistemas del arroz – pez. Agro-acuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>. 15 Oct. 2003)
- EDWARDS, P., & KAEWPAITON, K., 1982. Pez integrado que se cultiva en Tailandia. Agro-acuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 15 Oct. 2003)
- ELI, A. B., 1989. Los principios ecológicos del arroz-con-pez el sistema de cultivo. Agro-acuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 7 Nov. 2003)
- GAMBOA, A., 1996. Cultivos Asociados, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas. Trujillo, Perú.
- GUIA de campo, 1977. Dirección de producción agrícola, manual N° 25, Lima, p. 33.

- GUO Z., Yixan, 1990. Sistema de piscicultura en arrozales en la China. Agroacuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 14 Nov. 2003)
- LITTLE M. THOMAS; HILL JACKSON, 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura; Editorial Trillas S.A. de C.V., México.
- LIGHTFOOT, C., Roger, P. A., Cagauan, A. G. & De La Cruz, C. R., 1990. Una cosecha del pez puede mejorar los rendimientos de arroces. Agroacuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 22 Nov. 2003)
- LOPEZ, E. A. 1980. El cultivo rotatorio de arroz y peces en los Remos. Agroacuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (www.Fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s, 15 Oct. 2003)
- MANSILLA. M. L., 2003. Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- PROBLEMÁTICA del agricultor arrocero, 2001. Junta de Usuarios de las Comisiones del Alto Mayo (JUCAM), Nueva Cajamarca, Perú, p. 250.
- PULLIN, R. S. V., 1985. Tiempo para revalorar la cultura del arroz - pez. Agroacuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 3 Set. 2003)
- TEPE, C., 2000. Recopilación de trabajos de investigación en producción de arroz en el Alto Mayo. FUNDAAM, PEAM, GTZ, p. 500.
- WOHLFARTH, G. W. & SCHROEDER, G. L., 1979. El uso de estiércol en el cultivo del pez, una revisión. Agroacuicultura integrada – manual básico, [En línea]: FAO (<http://fao.org/DOCREP/006/Y1187S/y1187s>, 16 Oct. 2003)
- ZUÑIGA, C. L., 1998. Fertilidad de suelos, universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

XI. ANEXOS

Apéndice 1. Análisis de suelo.

Anexo A. Datos obtenidos del análisis de suelos realizado en el sector Marona al término de la campaña.

Clave de Campo	pH	<u>Análisis Químico</u>			
		M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
T1-I	5.9	2.95	0.17	32.97	70.21
T1-II	6.3	2.88	0.10	33.75	54.74
T1-III	6.2	3.21	0.14	32.55	62.56
T2-I	6.1	3.22	0.12	28.98	74.29
T2-II	6.3	3.02	0.14	30.61	54.74
T2-III	6.1	2.81	0.15	29.94	66.47
T3-I	6.1	2.55	0.10	22.21	39.10
T3-II	5.7	2.15	0.12	21.98	43.01
T3-III	5.9	2.61	0.13	22.15	35.19

Anexo B. Datos obtenidos del análisis de suelos realizado en el sector Shica al término de la campaña.

Clave de Campo	Análisis Químico				
	pH	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
T1-I	6.2	5.12	0.28	39.40	88.06
T1-II	6.3	5.22	0.26	39.20	89.25
T1-III	6.3	5.36	0.27	40.80	91.34
T2-I	6.2	5.15	0.34	32.25	87.58
T2-II	6.2	5.09	0.30	33.24	89.93
T2-III	6.1	5.12	0.30	31.60	90.25
T3-I	6.1	4.95	0.23	28.60	72.24
T3-II	5.9	5.12	0.24	28.12	70.34
T3-III	5.9	4.79	0.24	27.75	74.90

Apéndice 2. Parámetros evaluados como indicadores de calidad de agua.

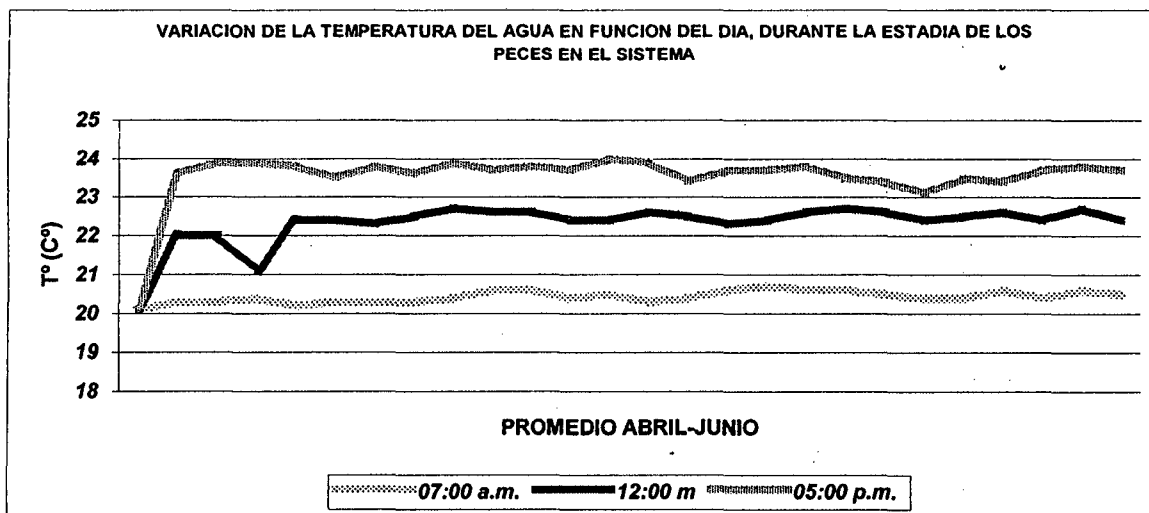
Anexo A. Promedios obtenidos de la toma de datos con equipos de medición (pH, O₂, y T°), realizado en el sector Marona durante la fase de investigación.

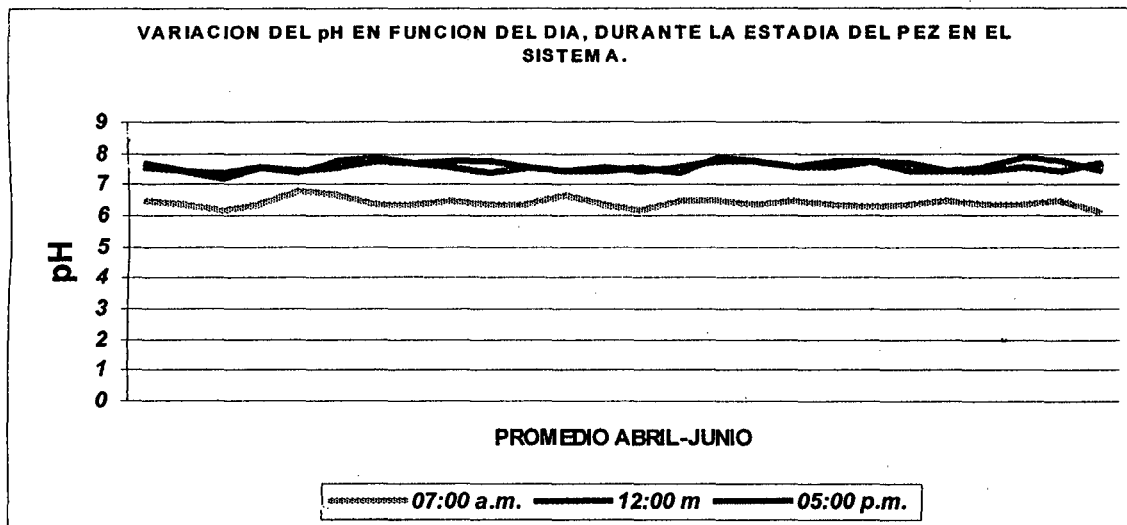
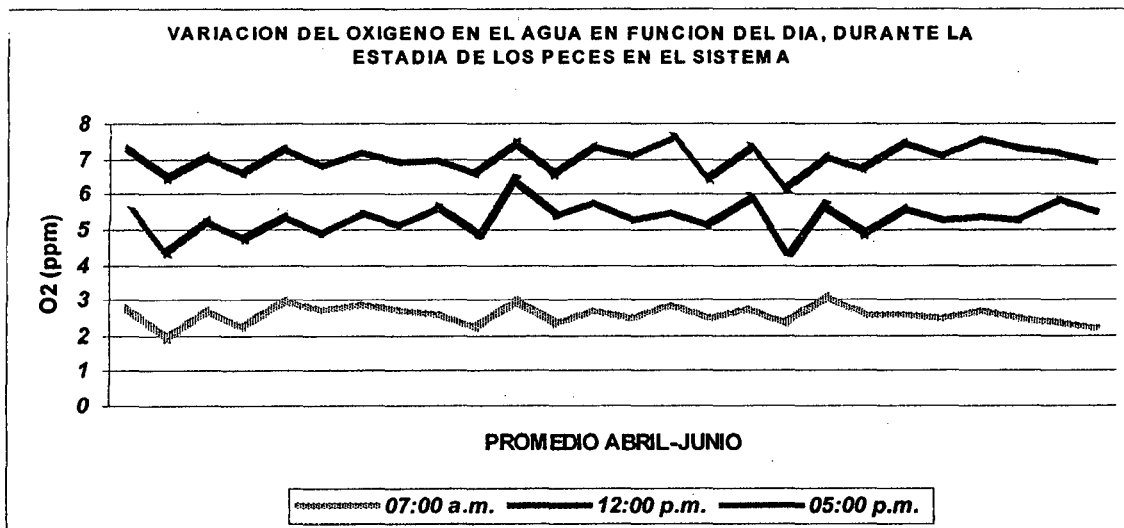
Clave de Campo	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (O₂)	Acidez del Agua (pH)
T1-I	22.40	5.20	7.50
T1-II	22.50	4.90	7.40
T1-III	22.70	5.40	7.60
T2-I	22.40	5.10	7.30
T2-II	22.30	4.80	7.40
T2-III	23.50	4.90	7.50
T3-I	22.60	5.50	6.90
T3-II	22.30	5.70	7.20
T3-III	22.40	5.80	7.10

Anexo B. Promedios obtenidos de la toma de datos con equipos de medición (pH, O₂ y T°), realizado en el sector Shica durante la fase de investigación.

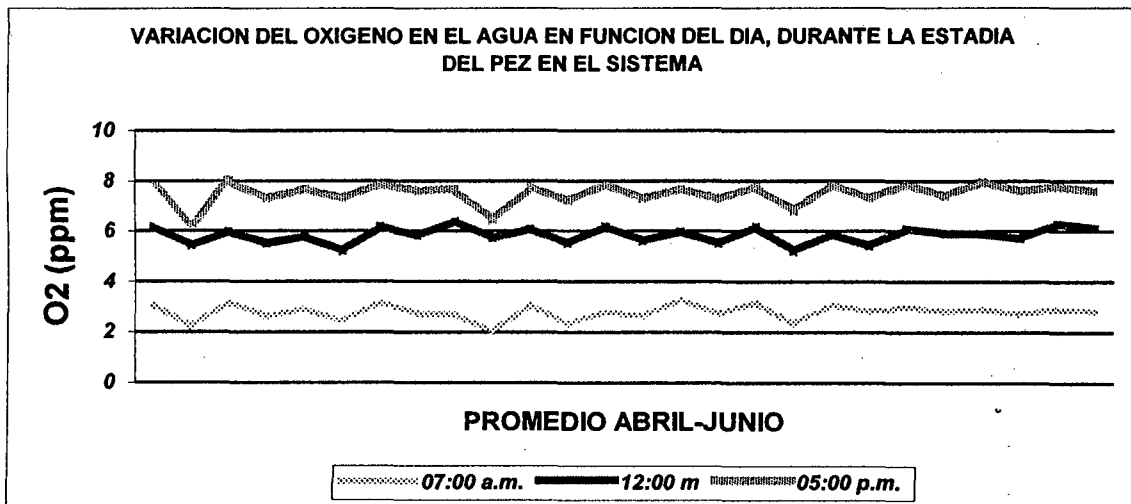
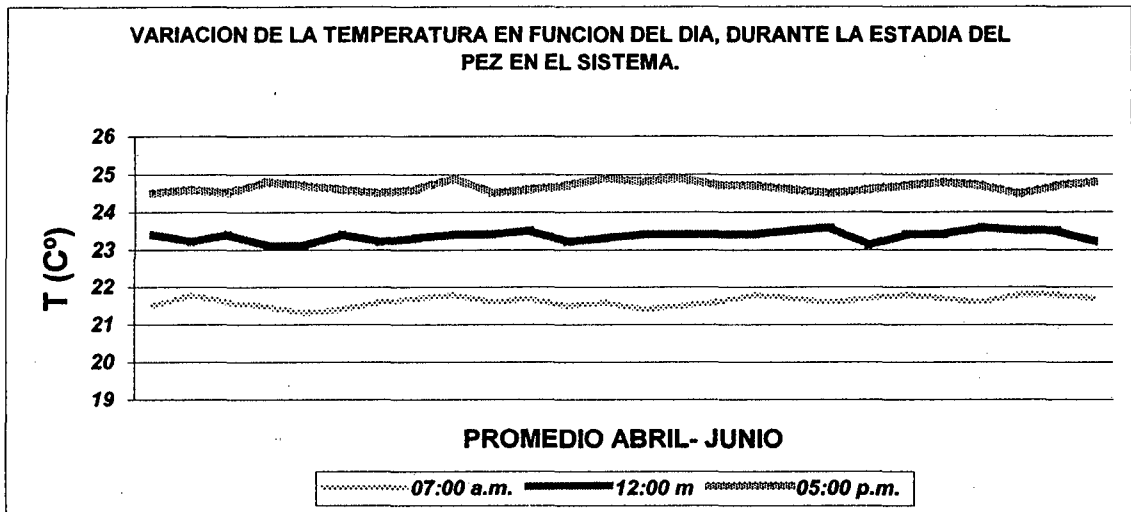
Clave de Campo	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (O ₂)	Acidez del Agua (pH)
T1-I	23.10	5.60	7.50
T1-II	22.90	5.30	7.60
T1-III	23.10	5.50	7.40
T2-I	22.70	5.40	7.30
T2-II	22.90	5.20	7.60
T2-III	23.20	4.90	7.50
T3-I	22.10	5.90	7.19
T3-II	22.84	5.85	7.20
T3-III	22.75	6.10	7.22

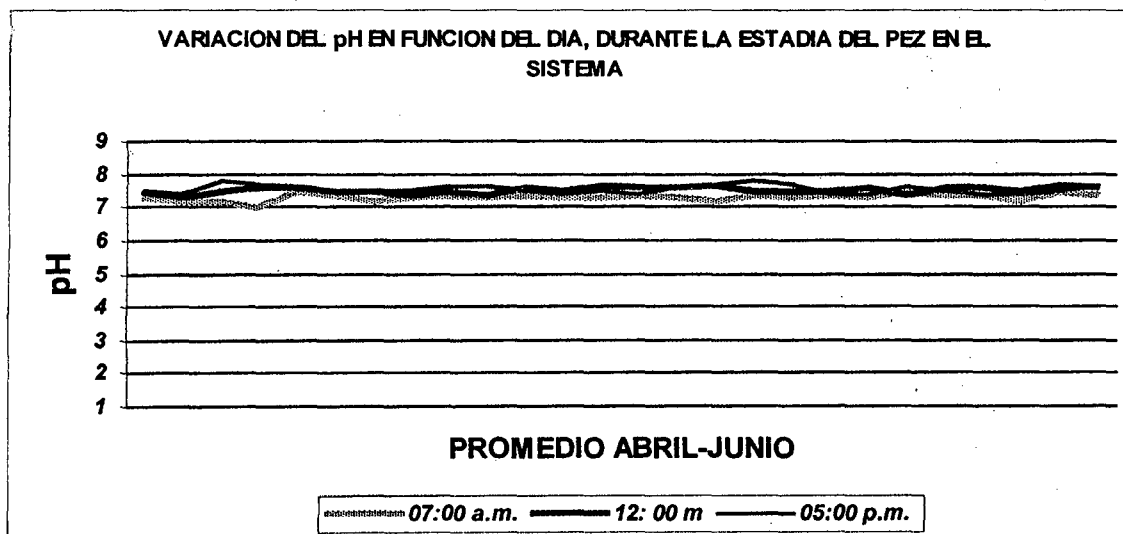
Anexo C. Variación de los parámetros indicadores de la calidad del agua durante la estancia del pez en el arrozal sector Marona.





Anexo D. Variación de los parámetros indicadores de la calidad del agua durante la estancia del pez en el arrozal sector Shica.





Apéndice 3. Los rendimientos obtenidos en arroz y peces con el sistema de producción asociado.

Anexo A. Datos promedio en rendimiento de arroz al 14% de humedad y producción de peces en el sector Marona.

Clave de Campo	Rendimiento de arroz (t/ha)	Rendimiento de peces (K/ha)
T1-I	5.30	288.01
T1-II	5.65	298.54
T1-III	5.62	286.23
T2-I	5.02	316.68
T2-II	4.93	317.98
T2-III	5.35	319.71
T3-I	4.89	219.01
T3-II	4.82	220.25
T3-III	4.94	222.26

Anexo B. Datos promedio en rendimiento de arroz al 14% de humedad y producción de peces en el sector Shica.

Clave de Campo	Rendimiento de arroz (t/ha)	Rendimiento de peces (K/ha)
T1-I	5.82	310.78
T1-II	5.63	309.78
T1-III	6.32	310.06
T2-I	5.44	325.44
T2-II	5.47	327.94
T2-III	5.65	326.04
T3-I	5.47	247.60
T3-II	5.25	246.25
T3-III	5.48	251.54

Apéndice 4. Parámetros críticos considerados en el análisis de suelos.

Anexo A. Niveles críticos para interpretación de los análisis de suelos.

1. Textura.

Clase textural	Calificativo	Probables efectos
Arena, Arena Franca.	Textura gruesa	Lixiviación, baja CIC y Retención de agua baja.
Franco arenoso	Textura moderadamente Gruesa	
Franco, Franco Limoso, Limoso, Franco arcilloso a Arcilloso	Textura media Textura fina	Suelo pesado, excesiva Retención de agua, Escasa aireación.

2. Reacción del suelo.

pH	Calificativo	Observación
Menor de 5.5	Muy ácido	Problemas de disponibilidad (p)
5.5 – 6.5	Ácido	
6.6 – 7.3	Neutro	Alta disponibilidad de nutrientes
7.4 – 8.4	Básico	
Mayor de 8.5	Muy básico (alcalino)	Problemas de salinidad.

3. Materia orgánica y macro nutrientes primarios.

Nivel	Cantidad en el suelo			
	M.O (%)	N(%)	P (ppm)	K(kg. Ha-1K ₂ O)
Bajo	< 2	< 0.1	< 7	< 300
Medio	2 – 4	0.1 – 0.2	7 – 14	300 – 600
Alto	> 4	> 0.2	> 14	> 600