



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

“POLICULTIVO PILOTO INTEGRADO ARROZ-TILAPIA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO ACUICULTOR

Presentada por:

ROGER ALEJANDRO ARCOS GARCIA

JUAN CARLOS GÜINGLA VIDAL

Guayaquil – Ecuador

2006

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a los autores; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

Roger Alejandro Arcos García

Juan Carlos Güingla Vidal

TRIBUNAL DE GRADO

Eduardo Cervantes Bernabé. M.Sc.

PRESIDENTE TRIBUNAL

Marco Álvarez Gálvez. Bio

DIRECTOR DE TESIS

Ecuador Marcillo G., M.Sc.

MIEMBRO PRINCIPAL

Henry Álvarez Arellano., Ac.

MIEMBRO PRINCIPAL

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios todopoderoso fuente de inspiración, fortaleza y proveedor de mi vida. A mi amada y devota madre que siempre ha estado conmigo y ha hecho de mi el hombre que soy. A mi hermana y mi cuñado que con su sacrificio y apoyo constante me han ayudado a poder conseguir este logro. A la memoria de mi padre, no se en que lugar estés, pero este triunfo también es por ti, espero que puedas verlo y sentirte orgulloso!. Al resto de mi familia que de una u otra manera estuvieron conmigo y me dieron su apoyo. A todos mis amigos y compañeros que han crecido conmigo durante esta etapa de la vida y supieron brindarme su amistad y ayuda.

A todos aquellos que dudaron de que esto se podía lograr. Ven!! Les dije que si se podría!!.

Juan Carlos.

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada al Dios todopoderoso, por permitirme ser parte de su plan de vida y por su infinito amor. A mi familia, de manera especial a César Arcos, mi padre porque siempre ha estado conmigo y siempre ha creído en mí. Dios te bendiga siempre papá!!.

A mis amigos y amigas, que estuvieron conmigo en mi vida universitaria y siempre creyeron en mí. Y sin narcisismo a mi mismo porque este es el primer paso para lograr mi anhelado sueño.

Roger Alejandro

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primeramente a Dios Todopoderoso por darnos la fortaleza, perseverancia y su bendición para culminar con éxito este proyecto.

De manera especial al Ing. Miguel Fierro, Vicerrector de Asuntos Estudiantiles y al Ing. Jorge Faytong, Vicerrector Financiero por su oportuno auspicio económico y apoyo logístico en la fase inicial de este proyecto de tesis.

Al Ing. Eduardo Cervantes, Decano de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM) por el impulso, apoyo y orientación a lo largo del desarrollo de esta investigación.

A nuestro director de tesis Biol.. Marco Álvarez Gálvez por sugerir el tema, paciencia y conocimientos en el desarrollo de este trabajo.

A nuestro profesor y amigo M.Sc Jerry Landivar y a mi hermano Econ. César Arcos G., por su colaboración y sugerencias en la revisión de la parte estadística y económica de este proyecto.

Al M.Sc Ecuador Marcillo, Coordinador de la Carrera de Acuicultura por su colaboración con el equipo logístico, instrumentos de medición y sus conocimientos.

Agradecemos a la Ing. Haydeé Torres, Coordinadora de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por permitirnos desarrollar nuestra tesis en las instalaciones del Centro Enseñanzas Agropecuario (CENAE) y por las facilidades otorgadas.

Al Ing. José Álvarez y al personal del área de mantenimiento por su colaboración en la construcción de la infraestructura de esta tesis.

Al Ing. Edwin Jiménez, Encargado de Bosque Protector por sus conocimientos y recomendaciones en la ejecución de este proyecto.

A la empresa del sector privado, representada en las personas de los Ingenieros Carlos Zambrano, David Jiménez y David Honores por su donación de 250 tilapias, que sirvieron como material biológico para esta investigación.

Al Ing. Kléber Mora por la información brindada en la elaboración del capítulo económico de este proyecto.

Al Arq. Zoila Barahona por su ayuda en la elaboración de los planos de implantación.

A la Señorita Maria de Lourdes Lucio por facilitarnos una herramienta de trabajo (la computadora e impresora) muy importante para la redacción de esta tesis, y por haber estado a mi lado todo este tiempo brindándome su apoyo y su cariño.

A la Señorita Edith Cabezas Zambrano, por su apoyo y preocupación, porque me diste confianza cuando lo necesité y por estar a mi lado recorriendo este sendero.

Al Sr. Freddy Jimbo por su ayuda económica en el momento preciso.

Agradecemos al personal del CENAE, Ing. Imelda Medina y al Sr. Segundo Morán y a todos “los tigres” por toda la ayuda y cooperación brindada durante el desarrollo del bioensayo.

A los amigos: Egre. Ricardo Mendieta, Ing. Federico Sinche, Egre. Luis Uyaguari, Egre. Eduardo Escala, Ing. Carla Ramírez, Srta. Maria Lucia Leygue, Ac. Xavier Ordóñez, Egre. Roberto Trujillo, Egre. Ana Khan, Estudiante. Ricardo Laica por que en su momento supieron brindarnos su ayuda desinteresada.

Al personal Docente de la Carrera de Ingeniería en Acuicultura, que a lo largo de todos estos años de preparación académica supieron transmitirnos sus conocimientos y nos brindaron sus consejos, que ayudaron a nuestra formación integral como profesionales.

Al personal Administrativo y de Servicios: Lcda. Mery Barzola, Sra. Rosita Barreno, Lcda.. Carmen Mosquera, Sr. Antonio Carrera, Sr. Nelson Toapanta y al Sr. Bailón.

A todos, de corazón.... muchas Gracias!!

Roger y Juan Carlos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo del arroz normal.....	21
Figura 2. Gráfico de características generales de los módulos de cultivo...	29
Figura 3. Dimensiones del muro trapezoidal.....	31
Figura 4. Cortes transversales de los módulos de cultivo.....	31
Figura 5. Canal de drenaje.....	33
Figura 6. Rome-plow.....	44
Figura 7. Carta de colores de las hojas.....	61
Figura 8. Curvas de crecimiento.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especies utilizadas en acuicultura.....	7
Tabla 2. Reacción del amonio frente al pH del agua en un estanque.....	11
Tabla 3. Variación de la temperatura con las distintas fases de desarrollo de la planta.....	22
Tabla 4. Características climatológicas de la zona de Daule.....	24
Tabla 5. Características climatológicas de la zona de Babahoyo.....	25
Tabla 6. Especificaciones del tractor CATERPILLAR modelo 939 Chystat.....	37
Tabla 7. Especificaciones de la retroexcavadora CASE modelo 580 Super M.....	38
Tabla 8. Elementos mayores y menores requeridos para el crecimiento de las plantas.....	44
Tabla 9. Contenido crítico de nutrientes para una alta tasa de fotosíntesis foliar.....	45
Tabla 10. Ingredientes para la elaboración del BIOL.....	49
Tabla 11. Procedimiento para la elaboración del BIOL.....	50
Tabla 12. Características generales de las variedades INIAP.....	52
Tabla 13. Datos iniciales de la transferencia de las tilapias.....	59
Tabla 14. Supervivencia de las semillas sembradas.....	60

Tabla 15. Cantidad de urea usada como fertilizante por metro cuadrado...	62
Tabla 16. Tipo de malezas que se presentaron en el bioensayo.....	63
Tabla 17. Cantidad de alimento recomendado en función del porcentaje de biomasa.....	64
Tabla 18. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #1.....	64
Tabla 19. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #2.....	65
Tabla 20. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #3.....	65
Tabla 21. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #4.....	65
Tabla 22. Crecimiento promedio al final de las 11 semanas de cultivo....	65
Tabla 23. Factor de conversión alimenticia al final del ensayo.....	66
Tabla 24. Supervivencia final de los módulos arroz-tilapia.....	66
Tabla 25. Muestreos realizados cada 20 días evaluando el peso promedio.....	67
Tabla 26. Promedio de Septiembre de las lecturas de oxígeno disuelto.....	68
Tabla 27. Promedio de Octubre de las lecturas de oxígeno disuelto.....	69
Tabla 28. Promedio de Noviembre de las lecturas de oxígeno disuelto....	69

Tabla 29. Promedio de Septiembre de las lecturas de temperatura del agua.....	69
Tabla 30. Promedio de Octubre de las lecturas de temperatura del agua...	69
Tabla 31. Promedio de Noviembre de las lecturas de temperatura del agua.....	70
Tabla 32. pH mensual por módulo.....	70
Tabla 33. Análisis de calidad de agua de los módulos integrados al final del bioensayo.....	70
Tabla 34. Producción total de arroz de los módulos de cultivo.....	73
Tabla 35. Producción de tilapia de los módulos de cultivo integrado.....	74
Tabla 36. Datos finales de producción de los módulos integrados.....	78
Tabla 37. Producción de arroz en los módulos de control al final del bioensayo.....	78
Tabla 38. Producción de arroz en los módulos integrados al final del bioensayo.....	79
Tabla 39. Características de la hacienda “Pechiche”.....	80
Tabla 40. Inversiones y depreciaciones (USD) para el cultivo de arroz-tilapia.....	82
Tabla 41. Proyección de los gastos operativos para 5 años.....	83
Tabla 42. Desglose de fertilizantes para los módulos de policultivo de arroz-tilapia.....	83

Tabla 43. Desglose de productos fitosanitarios para el policultivo de arroz-tilapia.....	84
Tabla 44. Desglose de gastos de alimento (harina de soya).....	84
Tabla 45. Pago de jornales al personal por hectárea por ciclo.....	85
Tabla 46. Proyección de los egresos de mano de obra para 5 años.....	86
Tabla 47. Proyección de los gastos de mano de obra indirecta para 5 años.....	86
Tabla 48. Desglose de la preparación del suelo.....	87
Tabla 49. Proyección de egresos de administración para 5 años.....	90
Tabla 50. Flujo proyectado para 5 años.....	91
Tabla 51. Análisis de rentabilidad para el proyecto.....	93
Tabla 52. Estado de pérdidas y ganancias proyectadas del proyecto.....	94
Tabla 53. Proyección de egresos para los 5 años.....	98
Tabla 54. Retorno bruto del arroz.....	98
Tabla 55. Retorno bruto de la tilapia.....	98
Tabla 56. Producción, retorno neto para el primer año del policultivo integrado arroz-tilapia.....	99
Tabla 57. Proyección de producción, retorno neto del policultivo arroz-tilapia, para el tiempo de vida del proyecto.....	99
Tabla 58. Análisis de costo-beneficio en USD.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS

BIOL	Abono líquido
B / C	Análisis beneficio costo.
°C	Grados Celsius
Ca CO ₃ / l	Carbonato de Calcio
Cal/ cm ²	Calorías por centímetro cuadrado
Cal/ cm ² / d	Caloría por centímetro cuadrado, por día
cm	Centímetro
DIGTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
F.C.R	Food Conversion Ratio
F.C.A	Factor de conversión alimenticia
FPI	Fishery Products Industry Ltda.
g	Gramo
Gal.	Galones
G.T.Z	Cooperación Técnica Alemana
ha	Hectárea
hp	Horse power
hs	Horas
INIAP	Instituto
Kg.	Kilogramo
Kg. / m ²	Kilogramo por metro cuadrado
Kw.	Kilovatio

l	Litro
lb.	Libra
lb. / m ²	Libra por metro cuadrado
H. R	Húmeda relativa.
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	metro cúbicos
mg.	Miligramos
mg. / l	Miligramos por litro.
ml / m ²	Mililitro por metro cuadrado
mm	Milímetro
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
N	Newton
NH ₃	Amoniacó
NH ₄ ⁺	Amonio en forma ionizada.
NH ₄ OH	Hidróxido de amonio
N-NH ₃	Amonio no ionizado
OD	Oxígeno disuelto
pH	Potencial de hidrógeno
ppm	Partes por mil
Pr. (mm)	Precipitación
Pulg.	Pulgada
PVC	Cloruro de poli vinilo
qq	Quintales

R. solar	Radiación solar
SAG	Secretaria Agrícola y Ganadera
TIR	Tasa interna de retorno
T. máx.	Temperatura máxima
T. mín.	Temperatura mínima.
T. med.	Temperatura media.
Ton / Ha	Tonelada por hectárea
TM	Tonelada métrica
USD	Dólares americanos
USD / h	Dólares americanos por hora.
USD / Kg.	Dólares americanos por kilogramos
VAN	Valor actual neto
yd ³	Yardas cúbicas
# Huevos /hembra /desove	Número de huevos de una hembra por desove.
‰	Partes por mil.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I.	Resultados del análisis físicos del suelo.....	106
ANEXO II.	Análisis de nutrientes del suelo.....	108
ANEXO III.	Análisis de agua.....	109
ANEXO IV.	Fotos del bioensayo.....	111

RESUMEN

Se determinó que la integración del híbrido de tilapia roja (*Oreochromis spp*; FAO 1979) y la variedad INIAP-11 de arroz (*Oryza SATIVA* L; Linneo 1753), es biológicamente compatible y económicamente viable.

Para la infraestructura del bioensayo se utilizó un diseño experimental en donde las consideraciones técnicas en el diseño y construcción del mismo fueron fundamentadas en el criterio técnico de los desarrolladores de esta tesis. El diseño se implementó en terrenos del Centro de Enseñanza Agropecuaria (CENAE).

El cultivo de arroz se desarrolló de una forma semitecnificada donde se minimizó el uso de fertilizantes inorgánicos y donde no se utilizó ningún tipo de plaguicida. El cultivo de tilapia se realizó en un sistema extensivo de cultivo con el uso de harina de soya como alimento suplementario.

Al final del ensayo se determinó que el efecto que ejercieron las tilapias sobre el cultivo de arroz, incrementaron el rendimiento del mismo en 20 % en relación a los módulos de control sólo arroz y según las proyecciones económicas implementar un sistema de policultivo integrado en una granja arrocerá mediana de 18 Ha, ubicada en la parroquia Laurel, del cantón Daule (Hacienda “Pechiche”), demostró ser factible de acuerdo a los indicadores financieros de la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y el Análisis Benéfico Costo (B/C).

TABLA DE CONTENIDOS

	Página No.
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	
1: DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES A UTILIZAR EN EL CULTIVO.....	4
1.1. HIBRIDO ROJO DE TILAPÍA.....	4
1.1.1. Clasificación Taxonómica.....	5
1.1.2. Características Biológicas.....	7
1.1.3. Parámetros Requeridos para el cultivo de tilapia roja.....	8
1.2. ARROZ.....	12
1.2.1. Orígenes y Distribución.....	12
1.2.2. Clasificación Taxonómica.....	14
1.2.3. Características Biológicas.....	15
1.2.4. Factores Ambientales Para el Cultivo.....	21

CAPITULO II

2: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	26
2.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR.....	27
2.2. DISEÑO DE LOS MÓDULOS DE CULTIVO.....	29
2.2.1 Módulo de arroz.....	31
2.2.2 Módulo arroz-tilapia.....	32
2.3. PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DEL TERRENO.....	34
2.3.1. Desbroce y limpieza.....	34
2.3.2. Arado.....	35
2.3.3. Rome Plow (rastra pesada).....	36
2.4. CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS DE CULTIVO.....	37

CAPITULO III

3: FASE 1: PREPARACIÓN DE LOS MÓDULOS DE CULTIVO....	42
3.1. ADECUACIÓN DEL MÓDULO DE ARROZ.....	42
3.1.1. Labranza y Preparación del Terreno.....	42
3.1.2. Fertilización del módulo de arroz.....	44
3.1.3. Preparación de Agentes Orgánico.....	48
3.2. PREPARACIÓN INICIAL DEL MÓDULO DE TILA PÍA.....	51
3.2.1. Llenado del Estanque.....	51

CAPITULO IV

4: FASE 2: PROCESO DE SIEMBRA DE SEMILLAS Y ALEVINES EN LOS MÓDULOS DE CULTIVO.....	52
4.1. SIEMBRA: MÓDULO DE ARROZ.....	52
4.1.1. Siembra y Distribución de Semilla.....	56
4.2. SIEMBRA: MODULO ARROZ-TILAPÍA.....	57
4.2.1. Aclimatación y transferencia de los alevines de tilapia.....	57
4.2.2. Registro inicial de los individuos.....	59

CAPITULO V

5: FASE 3: DESARROLLO DEL CULTIVO INTREGRADO.....	60
5.1. DESARROLLO DEL CULTIVO: MÓDULO DE ARROZ.....	60
5.1.1. Cultivo y Manejo inorgánico del Cultivo de Arroz.....	60
5.2. DESARROLLO DEL CULTIVO: MÓDULO DE ARROZ-TILAPÍA.....	63
5.2.1. Cultivo y Manejo Extensivo de Tilapia.....	63
5.2.2. Registro de Datos de Producción.....	67
5.2.2.1. Indicadores de Crecimiento.....	67
5.2.2.2. Indicadores Abiótico de Cultivo.....	68

CAPITULO VI

6: FASE 4: COSECHA.....	71
6.1. COSECHA: MÓDULO DE ARROZ.....	71
6.2. COSECHA: MÓDULO DE ARROZ-TILA PÍA.....	73

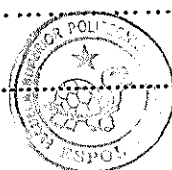
CAPITULO VII

7.1 EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	75
7.1.1 ELABORACIÓN DE CURVAS DE CRECIMIENTO DE TILAPÍA.....	76
7.1.2 SUPERVIVENCIA.....	77
7.1.3 FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	77
7.2 CONFRONTACIÓN DE MÓDULOS: Integrados (arroz-tilapia) vs Control (arroz).....	78

CAPITULO VIII

8: PROYECCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO.....	80
8.1. DEFINICIÓN DEL MERCADO META.....	80
8.2. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS.....	81
8.3. SUPUESTOS UTILIZADOS.....	81
8.4. INVERSIÓN TOTAL.....	82

8.5. GASTOS Y EGRESOS.....	82
8.5.1. Gastos Operativos.....	82
8.5.1.1. Semillas.....	83
8.5.1.2. Fertilizante.....	83
8.5.1.3. Fitosanitario.....	84
8.5.1.4. Alimento.....	84
8.5.2. Gasto de Mano de Obra Directo.....	85
8.5.3. Gasto de Mano de Obra Indirecta.....	86
8.5.3.1. Preparación del Suelo.....	87
8.5.3.2. Riego.....	87
8.5.3.3. Transporte de Insumos.....	87
8.5.3.4. Transporte de Juveniles de Tilapia.....	88
8.5.3.5. Alquiler de cosechadora.....	88
8.5.3.6. Transporte de cosecha de Arroz.....	88
8.5.3.7. Transporte de cosecha de Peces.....	89
8.5.3.8. Envases.....	89
8.5.4. Gastos de Administración.....	89
8.5.5. Gastos de Depreciación.....	90
8.6. FLUJO DE CAJA.....	91
8.7. ANÁLISIS DE VALOR ACTUAL NETO (VAN), TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	92
8.8. ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADO.....	94
8.9. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	95
8.9.1. Policultivo Integrado Arroz-Tilapia.....	95
8.9.1.1. Capital de Inversión.....	97
8.9.1.2. Egresos.....	98
8.9.1.3. Producción Anual y Retorno.....	98
CONCLUSIONES.....	100
RECOMENDACIONES.....	103
LISTA DE ANEXOS.....	105



CIB-ESPOL

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	121
----------------------------------	-----

INTRODUCCIÓN.

El cultivo integrado de peces en arrozales no es una práctica común alrededor del mundo. La mayoría de información de provienen de países de Asia, en particular de las Filipinas, Indonesia y Japón, en donde los método tradicionales de cultivo de arroz se han ido refinando durante varios siglos. El arroz es la cosecha principal y de mayor importancia económica y el pescado puede proveer una ganancia y/o proteína adicional. El cultivo integrado de peces en arrozales es una tarea más para los granjeros y debe pensarse con cuidado. En muchos casos no hay la suficiente justificación económica para este trabajo adicional. (Tomado de International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Auburn University, 2002).

El cultivo de peces en campo de arroz puede dirigirse de varias formas. En su forma más simple los peces no son manipulados permitiendo a los peces silvestres entrar a los arrozales durante la etapa de inundación y estos se capturan al final de la estación de crecimiento del arroz. Este método de criar peces al mismo tiempo que se siembre arroz es tan viejo como el cultivo de arroz por si sólo. Otras técnicas se basa en el cultivo concurrente de peces y arroz o en una producción rotacional de pescado y arroz. (Tomado de International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Auburn University, 2002).

Los sistemas integrados de arroz y peces, además de beneficiar a los agricultores en términos de mayores ingresos, mayor disponibilidad de alimentos y menor exigencia en trabajo, se destacan por la propiedad de preservar el medio ambiente. A través de la cadena alimentaria, la energía y los nutrientes son reciclados más eficientemente en estos sistemas que en los sistemas que en los sistemas no integrados, dando lugar a un sistema altamente productivo y estable. Generalmente, los efectos de las actividades alimentarias y natatorias de los peces mejoran las condiciones de fertilidad del suelo. (FAO, año 2000. Los Pequeños Estanques, /x7156s/).

La Acuicultura Rural a Pequeña Escala (ARPE), cuyas características son: la capacitación de acuicultores de bajos y medianos ingresos económicos, bajos costos de producción, organización familiar y micro-empresarial, en articulación con actividades agrícolas y pecuarias, así como dar a conocer una nueva alternativas de cultivo en el medio, que contribuya a mejorar la calidad de vida, la permanencia del productor y la rentabilidad en el monocultivo del arroz, como se ha logrado en otros países anteriormente mencionados. (red-arpe, 2002)

El presente estudio busca integrar la actividad agrícola con la piscícola, implementando un policultivo de arroz (*Oryza sativa* L; Linneo 1753) con tilapia roja (*Oreochromis* sp; FAO 1979) que son las especies que más se cultiva en nuestro país. Este método de diversificación permitirá generar beneficios adicionales de tipo económico y alimenticio.

El ensayo se realizó en el Centro de Enseñanza Agropecuaria (CENAE), que es un centro de investigación adjunto a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción (FIMCP) y se encuentra ubicado en los predios del Campus Gustavo Galindo de la ESPOL. El lugar cuenta una gran extensión de terreno, con vías de acceso, sistema de riego, servicios básicos, iluminación, implementos y personal que labora en el lugar, por estas características se presentaba como un lugar donde era factible realizar el bioensayo.

CAPÍTULO I

1. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES A UTILIZAR EN EL CULTIVO

1.1.- HIBRIDO ROJO DE TILAPIA (*OREOCHROMIS SP*; *FAO 1979*)

La tilapia un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae, un pez endémico originario de África y el cercano Oriente, en donde se inicia la investigación a comienzos del siglo XIX, aprovechando sus características que se consideraron ideales para la piscicultura rural, especialmente en el Congo Belga (actualmente Zaire), a partir de 1924 se intensifica su cultivo en Kenia, sin embargo fue en el extremo Oriente, en Malasia en donde se obtuvieron los mejores resultados y se iniciara su progresivo cultivo en el ámbito mundial. (Castillo, 2001)

Se han introducido en una gran cantidad de países tropicales y subtropicales de todo el mundo en las últimas cuatro o cinco décadas, recibiendo el sobrenombre de “gallinas acuáticas”, ante la "aparente facilidad de su cultivo" soportado en la facilidad para su manejo, alta adaptabilidad a diferentes condiciones del medio, en algunos casos aún las más extremas, fácil reproducción, alta resistencia a enfermedades, alta productividad, generalmente herbívoras aunque aceptan todo tipo de alimentos tanto naturales como artificiales, incluyendo los producidos por intermedio de la fertilización orgánica o química lo que las convierte en especies omnívoras. Debido a esas características favorables, las tilapias se consideraron ideales para la piscicultura rural, sin embargo todas éstas ventajas se convirtieron sólo en un espejismo para la gran mayoría de productores quienes amparados en la supuesta facilidad del cultivo de la tilapia, realizaron enormes inversiones, dejando de lado las experiencias previas de otras grandes inversiones realizadas y que luego de un largo y tortuoso camino lograron salir adelante. Pillay (1997), Castillo (2001).

En cuanto a su disponibilidad la *T. nilótica* (*Tilapia del Nilo*) comprende un rango: desde Siria en África oriental hasta Liberia a través del Congo. Ha sido introducida ampliamente en varios puntos fuera de ese rango, probablemente se trata de la tilapia más cultivada después de *T. mossambica*. (Bardach, 1986).

Dentro de sus áreas originales de distribución, las tilapias han colonizado hábitat muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras e incluso hábitat marinos. (Alamilla, 2004)

En cuanto a su temperamento la tilapia es menos agresiva que la mayoría de los carnívoros cíclicos, pero pueden atacar y morder las aletas de otras especies, hábito indeseable si el pez se va utilizar en policultivo. Este comportamiento no es necesariamente propio de la especie, en los escritos sobre piscicultura se menciona otros casos en diferentes especies. Factores tales como el sexo, la temperatura y densidad de población afecta la agresividad y pueden influir en la reacción de la tilapia hacia otros peces. (Bardach, 1986).

1.1.1. Clasificación taxonómica

La tilapia roja es un tetrahíbrido, es decir un cruce híbrido entre cuatro especies representativas del género *Oreochromis*.

De acuerdo con Breg y modificado por Trewavas (1983), la clasificación taxonómicas del híbrido rojo de tilapia es:

PHYLUM: Chordata.

SUBPHYLUM: Vertebrata..

SUPERCLASE : Gnatostamata.

SERIE: Pises.

CLASE: Teleostei.

SUBCLASE: Actinopterygii.

ORDEN: Perciformes.

SUBORDEN: Percoidei.

FAMILIA: Cichlidae.

GENERO: *Oreochromis*.

Nombre Común: Tilapia híbrida roja.

“(tomado de Morales, 1991)”

Las especies parentales del híbrido son: *Oreochromis aureus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis urolepis hornorum*. Por estar emparentadas entre si, sus comportamientos reproductivos y alimenticios son similares. En vista de que cada una de estas especies aporta al híbrido sus mejores características resulta el pez con mayor potencial para la acuicultura comercial en el mundo. El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura de carne y una coloración de muy buena aceptación en el mercado. (Manual Alicorp S.A., 2003)

Tabla 1. Especies utilizadas en acuicultura. (Fuente: UNAM, México, 1999)

Género	Especie	Hábito alimenticio
<i>Oreochromis</i>	<i>mossambicus</i>	Especie omnívora
<i>Oreochromis</i>	<i>niloticus</i>	Especie omnívora
<i>Oreochromis</i>	<i>aureus</i>	Especie omnívora
<i>Sarotherodon</i>	<i>galilaeus</i>	Especie fitoplanctófaga
<i>Sarotherodon</i>	<i>melanotheron</i>	Especie fitoplanctófaga
<i>Oreochromis</i>	<i>macrochir macrochir</i>	Especie fitoplanctófaga
<i>Oreochromis</i>	<i>alcalicus alcalicus</i>	Especie fitoplanctófaga
<i>Tilapia</i>	<i>rendalli</i>	Especie herbívora

1.1.2 Características biológicas

- ❖ Rango de pesos adultos: 350 - 1000 gramos.
- ❖ Edad de madurez sexual: Hembras (3 a 5 meses), Machos (4 a 6 meses).
- ❖ Número de desoves: 5 a 8 veces/ año.
- ❖ Temperatura de desove: Rango 25 a 31°C.
- ❖ Número de huevos/ hembra/ desove: Bajo buenas condiciones mayor de 100 huevos hasta un promedio de 1500, dependiendo de la hembra. En cautiverio las tilapias tienden a producir mayor cantidad de huevos por desove que las poblaciones silvestres, con esto aseguran la supervivencia de la especie cuando las condiciones son adversas.
- ❖ Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.
- ❖ Tiempo de incubación: 3 a 6 días.
- ❖ Proporción de siembra de reproductores: 1.5 a 2 machos por cada 3 hembras.

- ❖ Tiempo de cultivo: de 5 a 6 meses para alcanzar un peso comercial de aproximadamente 500 gramos (depende de la temperatura del agua, variación de temperatura día vs. noche, densidad de siembra y técnica de manejo). (Manual de Solla S.A., 2000)

1.1.3. Parámetros requeridos para el cultivo de la tilapia Roja (*Oreochromis sp*).

Para ser cultivadas se destacan las siguientes variables:

1.- Oxígeno:

Es el requerimiento más importante, al igual que la temperatura, para los cultivos de las especies hidrobiológicas.

Su grado de saturación es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y el pH. El rango óptimo está por encima de las 3-5 mg/l medido en la salida del estanque. (Manual de Solla S.A., 2000)

Consecuencias de las bajas prolongadas de oxígeno

- Disminuyen el crecimiento del animal.
- Aumentan la conversión (relación alimento consumido/aumento de peso).
- Producen inapetencia y letárgia.
- Causan enfermedades en las branquias.
- Producen inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades.

2.-Temperatura:

Uno de los factores que mas influye en el cultivo de tilapias es la temperatura, generalmente en días sombríos la temperatura sufre variaciones, lo que provoca cambios en el comportamiento de la tilapia. Los cíclidos son peces que requieren de temperaturas elevadas para su desarrollo. Al ser las tilapias peces de origen tropical, sus mejores crecimientos se obtienen a temperaturas entre 26 y 32°C.

No es posible cultivarlas en regiones donde las temperaturas sean menores a 15°C; esto convierte a las tilapias en especies potencialmente aptas para cultivos en las zonas de mayor temperatura de nuestro país.

3.-Salinidad:

Las tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino, por lo tanto conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas, por lo que la mayoría de las tilapias son eurihalinas. (Alamilla, 2004).

El híbrido de tilapia roja es una especie óptima para el cultivo en agua dulce o salada, pues tiene una alta resistencia a enfermedades, una gran capacidad para adaptarse a condiciones adversas del medio y es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques. (Pillay, 1997)

4.-Alcalinidad y dureza:

Los efectos de la alcalinidad y de la dureza del agua no son directos sobre los peces, sino más bien sobre la productividad del estanque, alcalinidades superiores a 175 mg CaCO_3/l resultan perjudiciales, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces al provocar lesiones en sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO_3/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque. (Fondepesca, 1988).

5.- pH:

Los valores del pH del agua que se recomienda prevalezcan en un cultivo no se refieren tanto a su efecto directo sobre la tilapia, sino más bien a que se favorezca la productividad natural del estanque.

El grado de acidez o basicidad del agua es óptimo para el cultivo de peces cuando se encuentra dentro del rango de 6.5 a 9.0 (pH < de 6.5 son letales), y está determinado en parte por los procesos de fotosíntesis y respiración de los organismos que allí se encuentran y a la relación entre alcalinidad y dureza (Fondepesca, 1988); por otra parte, mientras más estable permanezca el pH mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural, misma que constituye una fuente importante de alimento para la tilapia cuando el cultivo se desarrolla en estanques.

Valores por encima o por debajo causan cambios de comportamiento en los peces, como letargia, inapetencia, disminuyen y retrasan la reproducción y disminuyen el crecimiento (Manual de Allicorp S.A., 2003)

6.-Amonio:

Se produce por la excreción de las heces y orina de los peces y de la descomposición de materia orgánica (degradación de materia vegetal y de las proteínas de alimento no consumido). En su forma no ionizada es tóxica. La proporción de amonio no ionizado aumenta a medida que aumenta el pH.

La reacción que ocurre es la siguiente:

Tabla 2. Reacción del amonio frente al pH del agua en un estanque (Fuente: Alicorp S.A., 2003, Manual de Crianza de Tilapias)

$(\text{NH}_3) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	$\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}$
Forma no ionizada	Su velocidad de conjugación con el agua depende del pH	Forma ionizada
Forma tóxica		
Productos de excreción de los peces		Forma no tóxica
Degradación de materia orgánica		

Los valores de amonio no ionizado deben fluctuar entre 0.01 mg/l a 0.1 mg/l (como N-NH₃). Valores cercanos a las 2 mg/l son críticos.

Las altas concentraciones de amonio en el agua causan bloqueo del metabolismo, lesiones en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción de crecimiento y la supervivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquido en el abdomen). (Manual Alicorp S.A., 2003)

7.- Nitritos:

Son un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. Se generan en el proceso de transformación del amoníaco a nitratos y su toxicidad depende de la cantidad de cloruros, temperatura y concentración de oxígeno en el agua. Es necesario mantener la concentración por debajo de 0.1 mg/l.

8.- Dióxido de Carbono:

Producto de la actividad biológica y metabólica, su concentración depende de la fotosíntesis. Debe mantenerse en un nivel inferior a 20 ppm, porque cuando sobrepasa este valor se presenta letargia e inapetencia. (Manual Alicorp S.A., 2003)

1.2 .- ARROZ (*Oryza sativa* L; Linneo 1753).

1.2.1. Origen y distribución

Hay dos especies de arroz cultivadas, una de origen asiático *Oryza sativa* L, y otra de origen africano *Oryza glaberrina* Steud. La expansión del cultivo se debe a la primera especie, puesto que la segunda sólo existe en el oeste de África.

Varios autores en diferentes escritos están de acuerdo en que el origen de *Oryza sativa* L. está al sur de la India. La extensión del cultivo es un fenómeno sin interrupción y base alimenticia de los continentes de mayor población del mundo: Asia, África y América.

No ha sido posible establecer con exactitud de donde vino y cuándo llegó al Hemisferio Occidental. Algunos autores afirman que Cristóbal Colón en su segundo viaje, en 1493. Trajo semillas, pero no germinaron. Otros autores afirman que en el Valle de Magdalena en Colombia hubo siembras en 1580.

Los Holandeses y Portugueses a finales del siglo XVII introdujeron el arroz a California (América del Norte), en un barco procedente de Madagascar dañado por la tempestad tocaron puerto Charlestown y dejaron 40 libras de semillas en 1685. En el Ecuador se tiene noticias de arroz en el año 1774, en esta época se recoge datos de producción para la zona de Yaguachi, Babahoyo, Baba de 30 qq y 200 qq de arroz respectivamente. Es interesante hacer notar que, en la zona de Daule, actualmente típica área arrocería, no se mencionan cosechas de esta gramínea, y más bien se señala un sistema de producción de ganado vacuno, caballar, de lana, cacao, algodón. Además, es importante indicar que entre 1770 y 1780, el cacao inicia su gran auge exportador y la predominancia de este cultivo como producto más importante a nivel regional para el Ecuador, se mantienen hasta los inicios de la década de 1940, cuando el arroz que se venía cultivando limitadamente alcanza importancia en la economía nacional.

La segunda guerra mundial va a traer aparejado el cierre de mercados tradicionales productores de arroz, la subida de precios de este cereal y la incorporación del Ecuador como productor internacional del cultivo. La crisis cacaotera a la rápida expansión del arroz en áreas tradicionales de la Cuenca del Guayas. (INIAP-FENARROZ-GTZ.,1998, Manual del Cultivo de Arroz (*Oryza sativa L*)).

1.2.2. Clasificación taxonómica

El arroz es una fanerógama; tipo espermatofita, subtipo angiosperma.

Clase: Monocotiledónea

Orden: Glumiflora.

Familia: Gramínea

Subfamilia: Panicoideas

Tribu: Oryzae

Subtribu: Oryzineas

Genero: Oryza

“(tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)”

En la especie *Oryza sativa L.* se consideran tres grupos o tipos de arroz: “*Índica*”, “*Japónica*” y “*Javánica o bulú*”. Su origen puede ser el resultado de las selecciones hechas en los procesos de domesticación de arroces silvestres, bajo diferentes ambientes. Los arroces “*índica*” y “*japónica*” fueron considerados como subespecies de *Oryza sativa L.*; son considerados como razas eco geográficas. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Las variedades tradicionales de tipo “*índica*” cultivada en los trópicos tienen como características su mayor altura, macollamiento denso, hojas largas e inclinadas de color verde pálido y grano de medio a largo, contenido medio y alto de amilosa, lo cual le da un aspecto seco, blando y poco desintegrado en la cocción . (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Los trabajos de mejoramientos han producidos variedades de arroz tipo índica, de estatura corta, macollamiento abundante y respuesta al nitrógeno, produciendo rendimientos tan alto como los de japónica. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Las variedades de tipo “japónica” tienen hojas erectas de color verde intenso, con menor capacidad de macollamiento que las “índicas”, con mayor respuesta al nitrógeno en rendimiento; son insensibles al fotoperiodo y tolerantes a bajas temperaturas. Los granos son cortos y anchos con contenido de amilosa bajo, son pegajoso y tienden a desintegrarse en la cocción. El tipo “javánica o bulú”, es morfológicamente similar al tipo “ japónica”, pero sus hojas son más anchas y pubescentes, su macollamiento es bajo, pero la planta es fuerte y rígida, insensible al fotoperiodo y los granos son aristados. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

1.2.3. Características biológicas.

Morfología.- Los órganos de la planta de arroz se han clasificados en dos grupos: órganos vegetativos y órganos reproductivos. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Órganos vegetativos:

Raíz.- La planta tiene dos tipos de raíces, las seminales o temporales, y las adventicias o permanentes. Las primeras sobreviven corto tiempo y son reemplazadas por las segundas que brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, y en algunos casos también de nudos aéreos.

Las raíces adventicias son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales. La punta de la raíz esta protegida por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, llamada coleoriza, la cual facilita su penetración en el suelo. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Tallo.- La planta de arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos, compuestos de nudos y entrenudos en número variable. Los entrenudos de la base no se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida. Los cinco entrenudos superiores se prolongan de manera creciente a fin de llevar la inflorescencia sobre la planta. El último entre nudo (pedúnculo) termina en el nudo ciliar de donde continua la panícula. Los entrenudos son abultados y sólidos; en su interior está y el septo o división que separa las cavidades huecas de dos entrenudos consecutivos. La superficie del tallo es lisa por fuera y finamente estriada por dentro. Un hijo es un tallo con hojas. Los hijos se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Los hijos primarios se originan en orden ascendente en los nudos más bajos y a su vez producen hijos secundarios; estos últimos producen hijos terciarios. El conjunto de hijos y tallo principal forma la macolla característica de la especie.

Hojas.- En cada nudo del tallo se desarrolla una hoja, la superior que se encuentra debajo de la panícula se la conoce con hoja bandera y es más corta y ancha que las precedentes. En una hoja completa se distingue la vaina, el cuello y la lámina. En el cuello se encuentra la lígula y las aurículas que son dos estructuras que fijan la hoja alrededor del tallo a manera de protección.

Órganos reproductivos:

Espiguillas.- Las espiguillas de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominadas panícula, que está situada sobre el nudo apical del tallo. La base de la panícula se denomina cuello. Una espiguilla consta de dos lemas estériles (glumas rudimentarias), la raquilla y la florecilla. La florecilla consta de dos glumas florales (La lema y la palea) de seis estambres y un pistilo. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Semilla.- El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente consta de la cáscara, formada por la lema y la palea; el embrión situado en el lado ventral cerca de la lema, y el endoesperma que provee alimento al embrión durante la germinación. El fruto del arroz es una cariósida.

Crecimiento y desarrollo de la planta de arroz:

En el desarrollo mundial para el crecimiento del arroz de una manera ambientalmente amigable, la biotecnología es una poderosa herramienta que mejora las producciones de arroz, haciendo el manejo más eficiente. El beneficio de la biotecnología confiere al medio ambiente la reducción de productos agroquímicos y la preservación de las tierras marginales no cultivadas y de sus concomitantes de biodiversidad, debido al incremento de la productividad en los ambientes más favorables. (E. Redoña y L. Mula, 2005). Los progresos alcanzados en la aplicación de biotecnología para el mejoramiento del arroz han sido en dos áreas, en el uso de marcadores moleculares para identificar e incorporar genes favorables dentro de las especies de arroz y el uso de tecnología transgénica para

incorporar características para la tolerancia de pesticidas y stress , además del valor nutricional dentro del arroz (Coffman et al.2004, Leung et al. 2004)

Fase de crecimiento y arroz.-

Crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. El desarrollo de la planta de arroz es un proceso de cambios fisiológicos y morfológicos que tienen lugar en la planta y modifica su funcionamiento.

Las variedades INIAP 11, INIAP 415, INIAP 12 son sembradas en el 93% del área arrocera, ellas tienen los ciclos de vida siguientes: 110 a 115 días, 135 a 150 días y 95 a 108 días, respectivamente. Ver figura 1.

El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz se divide en las siguientes fases:

a.- Vegetativa.

Comprende desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula.

b.- Reproductiva.

Comprende desde la iniciación de la panícula hasta la floración.

c.- Maduración.

Comprende desde la floración hasta la madurez total de los órganos. Es de anotar que en medios ambientes tropicales la fase reproductiva tiene un periodo de 30 días y la maduración entre 30 y 35 días.

Estas fases principales se dividen en 10 etapas o periodos fisiológicos distintos pero fácilmente identificables.

Etapas de crecimientos y desarrollo en la fase vegetativa.-**Etapa 0**

Germinación o emergencia. Desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja del coleóptilo demora de 5 a 10 días.

Etapa 1

Plántula. Desde la emergencia hasta inmediatamente antes de aparecer el primer hijo o macollo, tarda de 15 a 20 días.

Etapa 2

Macollamiento. Desde la aparición del primer hijo o macollo hasta cuando la planta alcanza su número máximo de ellos, o hasta el comienzo de la siguiente etapa. Su duración depende del ciclo de vida la variedad, en INIAP 415 varía entre 45 a 50 días, en INIAP 11 entre 30 y 35 días y en INIAP 12 de 25 a 30 días.

Etapa 3

Elongación del tallo. Desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de 5 a 7 días.

Etapas de crecimiento de la fase reproductiva.-**Etapa 4**

Iniciación de la panícula o primordio. Desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento, hasta cuando la panícula diferenciada es visible como “punto de algodón”. Tiene un lapso de 10 a 11 días.

Etapa 5

Desarrollo de la panícula. Desde cuando la panícula es visible como una estructura algodonosa hasta cuando la punta de ella está inmediatamente debajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre 15 y 16 días.

Etapa 6

Floración. Desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula tiene un lapso de 7 a 10 días.

Etapa de crecimiento y desarrollo en la fase de maduración.-**Etapa 7**

Grano lechoso. Desde la fertilización de las flores hasta cuando las espiguillas están llenas de un líquido lechoso. Varía 7 a 10 días de duración.

Etapa 8

Grano pastoso. Desde cuando el líquido que contiene las espiguillas tiene una consistencia lechosa, hasta cuando es pastoso dura. Su periodo es de 10 a 13 días.

Etapa 9

Grano Maduro. Desde cuando los granos tienen una consistencia pastosa hasta cuando están totalmente maduros. Su tiempo es de 6 a 7 días.

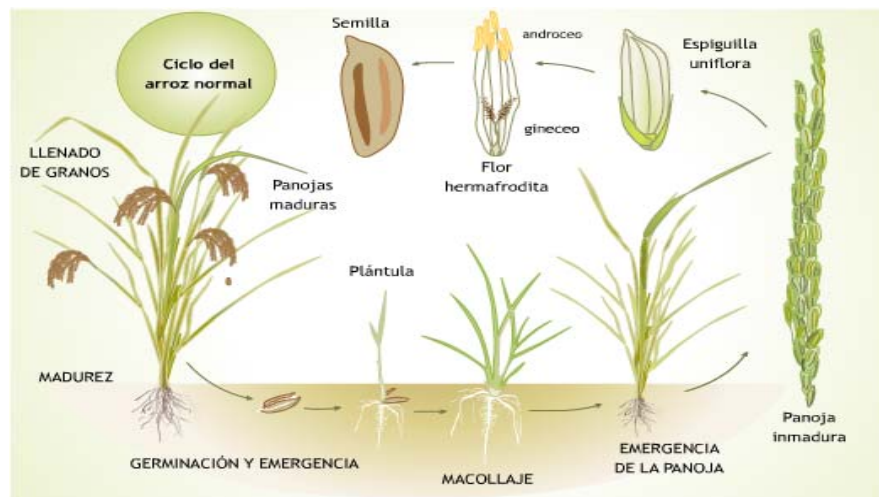


Figura 1. Ciclo del arroz normal “(tomado www.biología.edu.ar, al 30 /10/05)”

1.2.4. Factores ambientales para el cultivo.

Las principales zonas arroceras se ubican por debajo de los 10 m.s.n.m., el 92 % del área se encuentra en las Provincia del Guayas y Los Ríos. La planta de arroz en su desarrollo y su crecimiento reacciona positiva o negativamente en función de los factores ambientales, en consecuencia el cultivo necesita que estos factores se presenten dentro de un rango que éste acorde de las necesidades del mismo. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Suelo: El arroz se adapta a diversas condiciones del suelo, sin embargo las condiciones ideales para obtener una buena cosecha son: pH 6,0-7,0 buen contenido de materia orgánica (mayor de 5%), buena capacidad de intercambio catiónico, buen contenido de arcilla (mayor 40%), topografía plana, capa arable profunda (mayor de 25 cm) y un buen drenaje superficial.

Temperatura: Las temperaturas críticas para la planta de arroz están generalmente por debajo de 20° C y superiores a 30° C, y varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta. El siguiente tabla se muestra la variación de la temperatura con las distintas fases de desarrollo de la planta.

Tabla 3. Variación de la temperatura con las distintas fases de desarrollo de la planta

Etapa de desarrollo	Temperaturas críticas(° C)		
	Baja	Alta	Optima
Germinación	10	45	20-35
Emergencia y establecimiento			
De plántulas	12-13	35	25-30
Enraizamiento	16	35	25-28
Elongación de hojas	7-12	45	31
Macollamiento	9-16	33	25-31
Iniciación de panículas	15		
Diferenciación de panículas	15-20	38	
Antesi (floracion)	22	35	30-33
Maduración	12-18	30	20-25

Yoshida. A, 1977. Tomado de Arroz investigación y producción CIAT. Se refiere a la temperatura media diaria excepto para la germinación.

Cuando se somete a la planta a una temperatura por debajo de 20° C en estado de floración, normalmente se induce a un alto estado de esterilidad. Está generalmente atribuida a efectos de la temperatura alta en el día puede contrarrestar el efecto de la noche.

Radiación solar: Las necesidades de radiación solar para el cultivo del arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos. Por otro lado durante el periodo de llenado a maduración del grano, se reduce drásticamente los rendimientos por disminución en el porcentaje de granos llenos.

Una radiación de 300 cal/cm² por día durante el estado reproductivo hace posible rendimiento de 5 Ton / Ha. El punto de vista en cual coincide la mayoría de los investigadores es que una temperatura alta y abundante radiación solar son necesarias para el arroz, sin embargo, un concepto universal es que una alta disponibilidad de agua es el requisito más crítico en su producción.

Precipitación: El arroz se cultiva no solamente en condiciones de irrigación, sino también en zonas bajas con alta precipitación, zonas con laminas profundas de agua y en zonas altas en condiciones regularmente drenadas. En esta circunstancia el arroz puede estar sujeto a daños causados por la sumersión de la planta debido a la inundación de las tierras bajas, mientras que en zonas altas, la sequía puede presentarse. En la provincia del Guayas la Precipitación varia entre 1000 mm a 1500 mm y en la de los Ríos de 1800 mm 2200 mm anuales. (tomado del Manual de Cultivo de arroz por F. Andrade, 1998)

Requerimientos de agua: El agua es indispensable para la vida de la planta de arroz. El riego por inundación es favorable para un mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del arroz. Es de anotar que esta irrigación contribuye al control de malezas. Un promedio de requerimiento de agua en arroz varía entre 800 mm a 1240 mm durante el ciclo.

En los siguientes cuadros (Tabla 4, Tabla 5) se muestra una estadística de un plan de Investigación del cultivo del Arroz. 1994-1997 Andrade, *et al* (1993).

Tabla 4. Características Climatológicas de la Zona de Daule

DAULE						
MES	Pr (mm)	T. max (° C)	T. min (° C)	T. med (° C)	H.R (%)	R. Solar (Cal/cm ² /d)
E	242	31,4	17,4	25	81	535
F	226	31	20,32	26	84	577
M	261	31,4	20,7	26,3	85	627
A	173	31,7	20,4	26,5	82	677
M	82	30,7	20,2	26,1	81	568
J	23	29,4	19,1	25,2	81	455
J	9	29,7	18,2	24,8	80	480
A	1	29,7	18,4	24,9	80	588
S	1	30,8	18,2	25,3	77	589
O	2	30,8	19,2	25,6	74	484
N	1	31	19,1	25,7	73	526
D	46	32,2	20	25,4	74	514
X	89	31	19	25,6	79	547

Pr= precipitación; T. max= Temperatura máxima ; T. min= Temperatura mínima; T. med= Temperatura media; H. R= Humedad relativa; R. solar= Radiación solar.

Tabla 5. Características Climatológicas de la Zona de Babahoyo

BABAHOYO						
MES	Pr (mm)	T. max (° C)	T. min (° C)	T. med (° C)	H.R (%)	R. Solar (Cal/cm2/d)
E	358	30,4	21,7	25,8	83	514
F	435	30,6	22,3	25	86	584
M	428	31,2	22,7	26,5	84	627
A	341	31,2	22,8	26,6	84	689
M	101	30,3	21,9	26,9	84	562
J	35	28,7	20,8	24,4	85	430
J	15	27,6	19,7	23,6	84	439
A	2	28,4	19,5	23,6	85	536
S	6	29,1	19,8	24,2	82	552
O	8	29,2	20,1	24,4	81	430
N	11	29,4	20,5	24,7	79	485
D	74	30,4	21,3	25,7	79	480
X	151	30	21	25	83	522

Pr= precipitación; T. Max = Temperatura máxima ; T..min = Temperatura mínima; T. Med = Temperatura media; H. R = Humedad relativa; R. solar = Radiación solar.

Tabla 4, Tabla 5. Datos tomados de la Unidad de Aprendizaje * Crecimiento, Desarrollo y Manejo del Cultivo del Arroz, citada en la bibliografía de este capítulo, Cevallos, Rendón y Tulcán (1991)

CAPITULO II

2. INGENIERÍA DEL PROYECTO

La rizi-piscicultura lleva muchos años siendo aplicada con éxito en países asiáticos. Los modelos, diseños y protocolos han sido adaptados a las condiciones de esos medios y a las especies que se utilizan en esos cultivos. Estos no denotan gran aplicación de criterios tecnológicos ya que este tipo de cultivos integrados han sido desarrollados en comunidades rurales y dirigidos a fomentar la pequeña y mediana industria. En el Ecuador no se tiene referencias documentadas acerca de estudios o ensayos de este tipo. Es por esto que el presente proyecto de tesis se puede considerar como uno de los primeros estudios en el país: diseñar el modelo y la infraestructura para el desarrollo de un bioensayo de este tipo y en probar la integración de dos especies (arroz y tilapia roja) aplicando criterios técnicos y tratando de demostrar la viabilidad económica de este tipo de cultivos integrado, por tal razón las consideraciones técnicas en el diseño y construcción de los módulos de cultivo fueron fundamentadas en el criterio técnico de los desarrolladores de esta tesis. No se aplicaron fórmulas, ni modelos establecidos en su totalidad para el presente diseño, ya que se trató de aplicar un esquema diferente de construcción que integra la piscicultura con la agricultura. El primer paso para la construcción de los estanques fue conseguir un plano topográfico de la zona con curvas de niveles, el mismo que fue provisto por la Unidad de Planificación de la ESPOL, además se obtuvo información del terreno como el lugar de ubicación, orientación y cotas.

El terreno tenía un desnivel de 34 cm entre la cota más alta (53.94 m.s.n.m) y la cota más baja (53.60 m.s.n.m), en donde se encontró un suelo arcilloso según los análisis de suelo (ANEXO I) y su orientación era norte-este con respecto al norte magnético. Esto se puede apreciar de mejor manera en el plano de diseño (ANEXO II). Los estanques fueron construidos dentro de una parcela con un área de 1.71 Ha, aprovechando los muros perimetrales con el fin de reducir los costos de infraestructura.

2.1.- DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

Terreno.- El presente ensayo se llevó a cabo dentro de las instalaciones del CENAE (Centro de Enseñanza Agropecuaria) que forma parte de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP), la cual tiene una parcela con un área de 1,71 Ha que era utilizada anteriormente por los estudiantes de FIMCP para ensayos y cultivos. En el interior de esta parcela se nos facilitó una extensión de 900 m² de terreno donde se implantó el sistema de cultivo integrado y que hasta el momento de iniciar nuestro proyecto no estaba siendo utilizada.

Fuente de abastecimiento de agua.- El CENAE tiene un reservorio del cual se abastece de agua por bombeo utilizando una bomba de 4 pulgadas, que lleva el agua a través de una red de tuberías a los diferentes sitios de cultivos, incluyendo el lugar donde el proyecto se desarrolló. El reservorio a su vez es abastecido de agua por medio de una bomba de tres pulgadas y una tubería que se extiende desde el lago hasta el reservorio (180 m) y además por el proceso natural de percolación de agua.

Vías de acceso.- El CENAE no cuenta con caminos y vías bien lastradas lo que muchas veces significó un problema en cuanto a la logística y a la transportación. El camino principal de ingreso tiene 5 metros de ancho y una longitud de 800 m, desde el lugar donde se asentaron los módulos hasta su conexión con la vía principal de asfalto.

Facilidades y servicios.- El lugar cuenta con:

- Servicios: de electricidad y agua.
- Materiales: machetes, rastrillo, palas, bombas de mochila, mangueras de diferentes diámetros, aspersores y carretilla.
- Maquinarias: motocultor (en mal estado) , bombas de succión de 3 pulgadas y un vehículo doble cabina (no siempre disponible).
- Insumos: fertilizantes y pesticidas.

Seguridad.- El CENAE lindera con los terrenos del asentamiento suburbano denominado “Nueva Prosperina” y los separa un muro de bloque el cual era constantemente dañado por la personas de dicho asentamiento. Solo se cuenta con un guardián residente que en vista de la extensión del lugar no podía cumplir sus obligaciones de forma eficiente. Es por esto que en el transcurso de nuestro ensayo se presentaron robos y sustracciones que no pudieron ser controlados en su totalidad.

2.2.- DISEÑO DE LOS MÓDULOS DE CULTIVO.

El diseño se realizó tomando en cuenta que era un proyecto piloto con un área pequeña (900 m²), en donde se iba a desarrollar un sistema extensivo de cultivo integrado (arroz-tilapia); para lo cual la infraestructura fue concebida para llevar a cabo dicho sistema. La implantación del diseño se realizó manteniendo la pendiente del fondo de los estanques igual al declive del terreno, con el fin de reducir la cantidad de tierra a excavar y facilitar el manejo. Las características generales de la estación de experimentación, como la división del área en varios estanques, los tipos de éstos (monocultivo de arroz y policultivo arroz-tilapia), el número de estanques, tamaño de los mismos, muros y sistema de drenaje se muestran en el siguiente gráfico:

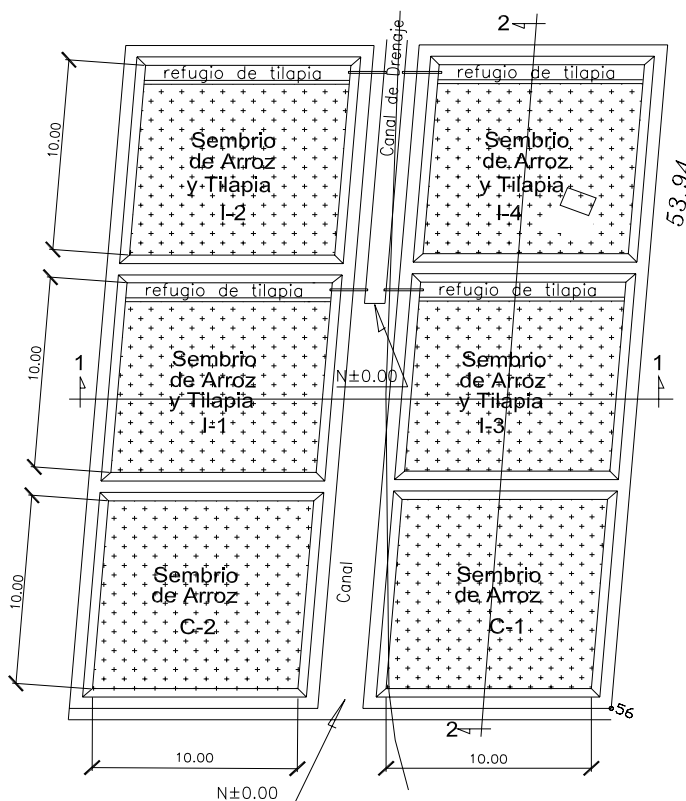


Figura #2. Gráfico de características generales de los módulos de cultivo.

Los módulos de cultivo de arroz, así como los módulos de policultivo arroz-tilapia fueron identificados usando la siguiente nomenclatura:

- ✓ 2 Módulos de control (sólo de Arroz), que tienen por nombre C-1 y C-2.
- ✓ 4 módulos de cultivo integrado (Arroz y Tilapia), a los que se les asignó el nombre de I-1, I-2, I-3 e I-4

Una vez ya revisadas las características generales y la nomenclatura, se definieron los siguientes criterios de diseño:

- ✓ El suelo en donde se construiría la estación experimental debía tener características impermeables, lo cual fue demostrado por los análisis físicos de permeabilidad y textura del suelo (ANEXO I)
- ✓ La estación tendría que ser construida lo más cerca al abastecimiento de agua.
- ✓ La construcción del sistema de drenaje, sólo favorecería a los módulos de policultivo, debido a que estos necesitarían recambios de agua cuando lo ameritaba y para facilitar los muestreos y el proceso de pesca. Dicho sistema se ubicó entre los mencionados módulos.
- ✓ Se construirá refugios para los módulos de policultivo, conectados directamente al canal de drenaje, facilitando así el recambio de agua y la pesca, al final del ciclo de producción.
- ✓ La forma de los muros tenía que ser trapezoidal, necesario para darle mayor consistencia, para poder soportar la presión del volumen de agua.

2.2.1.- Modulo de Arroz

Cada módulo de arroz contaba con un área de 100 m^2 ($10\text{m} \times 10 \text{m}$), con muros perimetrales de forma trapezoidal, con una base mayor de 1.8 m, base menor de 0.60 m y una altura de 0.7 m, como se muestra en los siguientes gráficos:

Figura # 3. Dimensiones del muro trapezoidal

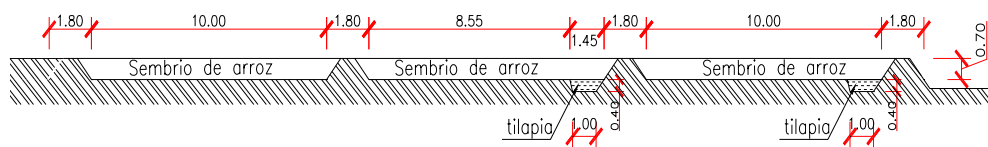
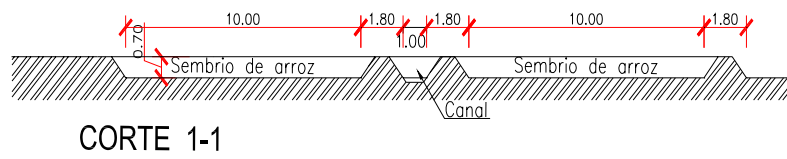


Figura # 4. Cortes transversales de módulos de cultivo.

Los módulos de arroz, como se mencionó anteriormente, no contaron con sistema de drenaje, debido a que no justificaba la construcción del mismo, puesto que en agricultura local tradicional de arroz sólo se usa recambio de agua por la aplicación de herbicidas o pesticidas, y en el ensayo no contemplaba el uso de los mismos, por lo cual se requería un abastecimiento post evaporación del agua.

2.2.2.- Módulo Arroz-Tilapia

Los módulos de arroz-tilapia al igual que los de arroz, contaban con la misma características de área (100 m^2) y muros perimetrales, pero con una división del área del cultivo en las siguientes fases:

- **Primera fase:** área destinada al cultivo de arroz, que comprendía el 90 % del área total de cada módulo.
- **Segunda fase:** refugio de los peces, que comprendía el 10% restante de área total de cada módulo, con una profundidad de 0.4 m.

Además se diseñó un canal de drenaje de forma rectangular de 1 m de ancho y de profundidad 0.8 m y con un largo de 113.09 m, lo que representa un volumen de $90,43 \text{ m}^3$ y que se ubicó entre los módulos de policultivo (arroz-tilapia) y sirvió para el recambio de agua.

El volumen de agua a evacuar desde los módulos de cultivo durante los muestreos era de 10 m^3 por módulo de cultivo y al final del ciclo de producción en la fase de pesca el volumen a evacuar fue de 14 m^3 por piscina. Se dimensionó el canal de drenaje tomando en cuenta el volumen máximo de agua a evacuar por piscina (14 m^3) y se lo extendió 113,09 m donde la textura del suelo cambiaba tendiendo a ser mas permeable para que el agua desalojada se evaporara y se percole con mayor facilidad en esta zona en el tiempo de 15-20 días que era la frecuencia en la que se realizaban los muestreos.

Se decidió por la forma rectangular por la facilidad de construcción del mismo.

El agua era evacuada desde los módulos hacia el canal de drenaje por medio de tubos de 4" de diámetro de PVC. Cabe recalcar que se mantuvo la pendiente del canal de drenaje del 3 ‰ igual a la pendiente de la parcela de 1.7 1 Ha. Ver el siguiente gráfico

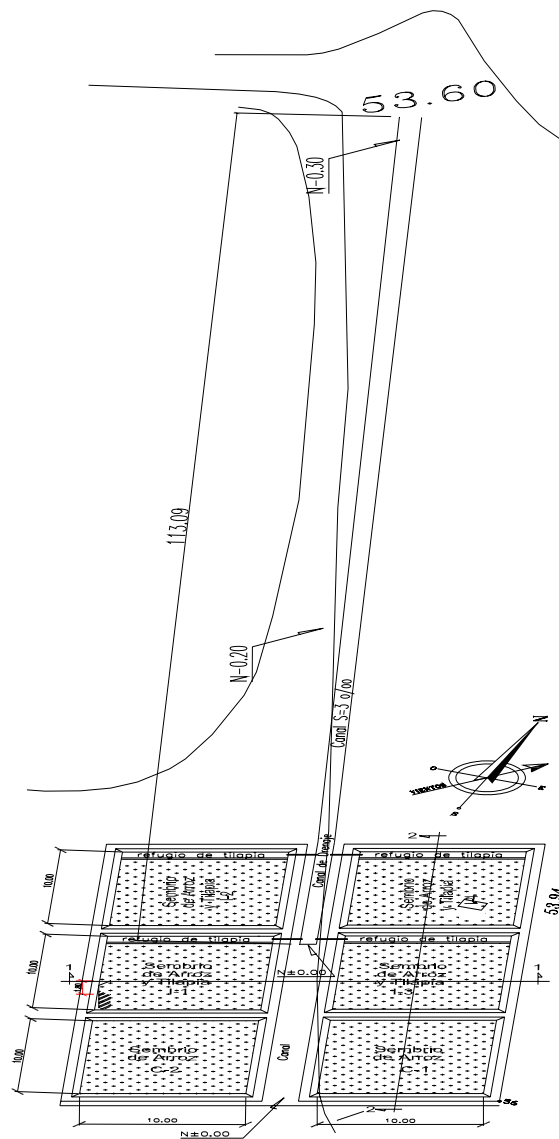


Figura # 5. Canal de drenaje

2.3.- PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DEL TERRENO

El cultivo de arroz como tal, requiere de suelos con alto contenido de arcilla, que son los suelos que retienen y conservan la humedad por más tiempo. Los suelos cuya proporción de arcilla está balanceada con el contenido de arena y limo (suelos francos) y que son aptos para otros cultivos todavía garantizan buenas cosechas de arroz. (ANEXO I). Sin embargo, en estas condiciones se hace necesario contar con abundante agua de lluvia o con la infraestructura necesaria para suplir riego al cultivo en períodos críticos de baja precipitación pluvial o sequía.

En relación con la topografía del terreno es necesario disponer de suelos planos para producir arroz; ya que generalmente en el cultivo de arroz en su mayoría se utiliza maquinaria. Desde luego, que el manejo del cultivo y el manejo de agua (si se dispone de riego), será más fácil y menos costosa en aquellos suelos con menores pendientes. Cuando se construye infraestructura para riego, las melgas o piscinas deben nivelarse bien, con pendientes que no sobrepasen el 1/1000, aunque es preferible nivelar a cero. (SAG-DICTA, 2003).

2.3.1.- Desbroce y Limpieza.

El desbroce y limpieza inicial del terreno se realizó en el momento de la construcción de la infraestructura con un tractor de 95 HP, con el fin de controlar la maleza que pueda afectar el cultivo de arroz en sus primeras etapas.

2.3.2.- Arado.

Los agricultores de todo el mundo labran sus tierras. La práctica de remover el suelo antes de sembrar es tan universal que el arado ha sido, desde hace siglos, símbolo de la agricultura, pero en los últimos 25 años, cada vez más agricultores lo están abandonando. Por una razón simple, el arado moderno, o de vertedera, es una de las principales causas de degradación de los suelos, grave problema que afronta la agricultura hoy en día. El suelo donde los agricultores siembran sus cultivos, expuesto a los elementos por la acción del arado mecánico, literalmente se deslava o se lo lleva el viento. Se calcula que en África subsahariana la pérdida anual media de elementos nutritivos en los suelos es de 24 kilogramos por hectárea, y está aumentando. En Asia Meridional el costo de las diferentes formas de degradación de las tierras, como la pérdida de estructura de los suelos que conduce a la erosión, la compactación y la formación de una corteza en la superficie, se calcula en \$10 000 millones de dólares americanos. anuales. (FAO/19267/R. Jones, 2003)

En el presente proyecto no se realizó arado por los siguientes motivos:

- ✓ El arado ocasiona degradación del suelo como se lo menciona en la página anterior.
- ✓ El área de las piscinas eran muy pequeñas (10m x 10m), por lo que se consideró que no era necesario el uso de grandes máquinas como tractor, canguro o motocultor, normalmente usados para esta actividad.
- ✓ Debido a que cuando se ha nivelado un terreno, no se recomienda la utilización del arado, ya que se corre el riesgo de destruir la nivelación y de dejar depresiones en el mismo, que ocasionan encharcamientos de agua y trastornos en germinación. (SAG-DICTA, 2003)

2.3.3.- Rome Plow (rastra pesada).

Este es el implemento mas generalizado y utilizado para la preparación de tierras en el cultivo del arroz y se debe a la versatilidad de este implemento en la preparación de tierras. Generalmente son suficientes efectuar de dos a cuatro pases de rastra pesada para lograr una buena preparación de tierras para sembrar arroz. Sin embargo, debe de tenerse en cuenta que la humedad del suelo es determinante para obtener una buena preparación. Se aconseja que el último pase de rastra se efectúe inmediatamente antes de la siembra. (*SAG-DICTA, 2003*).

En el proyecto no se ejecutó Rome plow , debido a las siguientes razones:

- ✓ El área de los estanques eran muy pequeñas, y al igual que en el arado, no se justificaba efectuar los pases de la rastra pesada.
- ✓ Debido a que la humedad del suelo en esta fase es determinante para obtener una buena preparación del suelo y en ese momento no existía la disponibilidad suficiente de agua, como resultado de la irregular época lluviosa (ausencia de lluvia)

2.4.- CONSTRUCCIÓN DE LOS MODULOS DE CULTIVO.

La construcción de los módulos de cultivo, se realizó dentro de una parcela de 1.71 Ha, en una de sus esquinas. Se tomó esta decisión por los siguientes razones:

- ✓ Para aprovechar los muros perimetrales de la parcela de 1.71 Ha, con el fin de reducir los costos de infraestructura.
- ✓ El suelo de la esquina en donde se construyeron los estanques prestaba mejores condiciones para el cultivo.
- ✓ La esquina que se escogió para la construcción de los estanques, estaba cerca de uno de los controles de agua, basado en los criterios de diseño anteriormente mencionados.

La construcción se realizó con las siguientes maquinarias:

- ✓ Tractor **CATERPILLAR**, modelo **939 C HYSTAT** para los módulos de cultivo y los muros perimetrales, con las siguientes características:

Tabla #1. Especificaciones del tractor **CATERPILLAR**
Modelo **939 C HYSTAT**

Fuerza bruta	99 hp / 74 kW
Peso en orden de trabajo	20908 lb / 9484 kg
Capacidad del cucharón	1,5 yd ³ / 1.2 m ³
Altura de descarga	8.5 pie / 2677 mm
Profundidad de Excavación	5 pulg / 127 mm

Fuente: www.caterpillar.com al 3/12/05

- ✓ Retroexcavadora **CASE** modelo **580 Super M** para la construcción de los refugios de los módulos arroz-tilapia y el canal de drenaje, con las siguientes características:

Tabla #2. Especificaciones de la retroexcavadora
CASE modelo **580 Super M**

Potencia bruta del Motor	95 hp (71 kW)
Peso Operacional	14250 a 18031 lb (6464 a 8179 kg)
Profundidad de excavación	4.39 m (14'5")
Fuerza de Exacavación	57031 N (12,821 lb)
Fuerza de Exacavación del Balancín	36582 N 8224 lb

Fuente: www.case.com al 3/12/05

La construcción de la estación experimental se la realizó en tres días, con las siguientes etapas:

- **Primera etapa:** Movimiento de tierra de las áreas de refugio en los módulos de cultivo y canal drenaje, realizado por la retroexcavadora en un día.
- **Segunda etapa:** Construcción de muros para los módulos de cultivo, realizado por el tractor durante dos días.

Como se mencionó anteriormente, los estanques se construyeron dentro de una parcela de 1.71 Ha, en una de sus esquinas, donde el terreno era casi plano, por lo que el volumen de tierra para la construcción de la infraestructura se detalla de la siguiente manera:

Muros perimetrales.- El volumen de tierra para la construcción de los muros perimetrales, se obtuvo pasando el cucharón del tractor de manera superficial sobre el terreno, pero manteniendo el declive del mismo. Además se tomó el volumen de tierra evacuado de los refugios y del canal de drenaje.

Para el cálculo de volumen de tierra de los muros se usó las siguientes formulas:

$$V = AxL$$

En donde A es el área y L es el perímetro de los muros, y por la forma de los muros se usó la ecuación del área del trapecio

$$A = \frac{B+b}{2}h$$

En donde el ancho del muro que se asienta sobre el suelo es B = es la base mayor . La corona del muro es b = la base menor, y la altura de los mismo es h .

Entonces si:

$$B = 1.8m ; b = 0.6m ; h = 0.7m$$

El área sería:

$$A = \frac{1.80m + 0.6m}{2} 0.7m = 0.84m^2$$

Perímetros es igual a la suma de la longitud de todos los muros que conforman los seis módulos de cultivo. Por lo que el perímetro es igual a:

$$L = 166.2m$$

Entonces el volumen de tierra usado para los muros fue:

$$V = AxL$$

$$V = 0.84m^2 \times 166.2m$$

$$V = 139.60m^3$$

Canal de Drenaje:

Para el cálculo de volumen de tierra del canal de drenaje, se aplicó la misma fórmula:

$$V = AxL$$

En donde A es el área y L es el perímetro o la distancia de canal de drenaje, y por la forma del mismo se usó la ecuación del área del cuadrado:

$$A = l_1 \times l_2$$

En donde l_1 es el ancho del canal y l_2 es la profundidad.

Entonces si $l_1 = 1m$ y $l_2 = 0.8m$, el área es:

$$A = 1m \times 0.8m = 0.8m^2$$

La distancia (L) del canal de drenaje es:

$$L = 113.04m$$

Por lo que el volumen de tierra del canal de drenaje es:

$$V = 0.8m^2 \times 113.04m = 90.43m^3$$

Refugios:

Se aplicó la siguiente ecuación, para el cálculo de volumen de tierra de los refugios:

$$V = Axh$$

En donde A es el área y h es la profundidad que tenía cada refugio.

Como se mencionó anteriormente el área de los refugios era de $10m^2$ y la profundidad de estos era de $0.4m$, el volumen de tierra fue:

$$V = 10m^2 \times 0.4m$$

$$V = 4m^3$$

En función a los resultados obtenidos, volumen de tierra trabajo en la construcción de los estanques fue:

$$V_T = V_{\text{muros}} + V_{\text{canal de drenaje}} + V_{\text{refugio}}$$

$$V_T = 139.60m^3 + 90.43m^3 + 16m^3$$

$$V_T = 246.03m^3$$

CAPITULO III

3. FASE 1: PREPARACIÓN DE LOS MÓDULOS DE CULTIVO

3.1.- ADECUACIÓN DEL MÓDULO DE ARROZ.

3.1.1. Labranza y preparación del terreno

La labranza afecta el crecimiento de las plantas durante la germinación, la emergencia de las plántulas y las etapas del establecimiento del cultivo. El momento correcto y la calidad de la preparación de la tierra son importantes para asegurar buenos rendimientos. Un trabajo de preparación de la tierra incorrecta y fuera del momento oportuno pueden llevar a una seria infestación de malezas. La erosión del suelo en el arroz de secano en tierras de ladera y en tierras bajas exponen las plantas a sustancias perjudiciales liberadas por la descomposición de la materia orgánica. Los objetivos de una buena preparación del suelo son:

- ✓ . Construir una buena cama de semillas.
- ✓ . Mejorar la textura del suelo para un buen establecimiento de las plántulas.
- ✓ . Controlar las malezas.
- ✓ . Incorporar los residuos de los cultivos y las malezas jóvenes en el suelo para su descomposición.
- ✓ Conservación del suelo (nivelación del campo, siembra en contorno, cobertura del suelo) y un buen manejo del agua. (R.C Chaudhary, J.S Nanda, D.V Tran, FAO 2003).

Las operaciones de labranza del suelo son hechas con equipos de tracción animal o mecánica, pero, se debe comenzar las operaciones de labranza por lo menos 15 días antes de la fecha de trasplante o de siembra directa.

La labranza facilita la difusión, evaporación y dispersión de sustancias perjudiciales generadas por la descomposición de la materia orgánica en los suelos inundados, utiliza el amoníaco liberado durante la descomposición de esa materia orgánica y permite que germinen las semillas de las malezas.

La nivelación de la tierra permite el mantenimiento de una capa uniforme de agua y facilita las prácticas de manejo subsiguientes para el establecimiento del cultivo, el control de las malezas y el drenaje del campo para la cosecha. El embarrado reduce las pérdidas de agua debido a la percolación. (R.C Chaudhary, J.S Nanda, D.V Tran, FAO 2003).

En nuestro caso en particular, no se usaron las máquinas convencionales para estas tareas ya que en ese momento el CENAE no tenía en buen estado el “motocultor” que es con el que realiza este tipo de faenas y debido a la dimensión de cada una de nuestras unidades de cultivo (pequeñas, 100 m²) no se justificaba el uso de grandes máquinas como tractores y rome-plow o rastra pesada, el cual es un equipo que consta de discos metálicos (16-32 dependiendo del área a trabajar) dispuestos en hileras y que son arrastrados por un tractor de llantas, utilizado para el arado y labranza del terreno.

Ver figura 1:



Figura 6. Rome-Plow

En el momento de la construcción de los módulos el tractor de orugas (Caterpillar 939C HYSTAT de 99 hp) fue el encargado de hacer la labranza en forma indirecta, ya que con las orugas que hacia las veces de rastras, removía la capa superficial de tierra y con la pala delantera se hizo la nivelación del suelo. (ANEXO IV)

3.1.2. Fertilización del módulo de arroz.

La planta de arroz requiere varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Estos son los elementos mayores y los elementos menores o traza los que son requeridos en menores cantidades pero que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Tabla 8).

Tabla 8. Elementos mayores y menores requeridos para el crecimiento de las plantas.

Elementos Mayores	Elementos Menores o traza		
	Símbolo	Símbolo	
Nitrógeno	N	Hierro	Fe
Fósforo	P	Manganeso	Mn
Potasio	K	Cobre	Cu
Magnesio	Mg	Zinc	Zn
Azufre	S	Boro	B
Carbono	C	Molibdeno	Mb
Hidrógeno	H	Cloro	Cl
Oxígeno	O2	Silicio	Si

(R.C Chaudhary, J.S Nanda, D.V Tran, FAO 2003).

El nitrógeno es un componente de las proteínas, las que a su vez son constituyentes del protoplasma, cloroplastos y enzimas. Participa activamente en la fotosíntesis y promueve la expansión de la lámina foliar. El fósforo interviene en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas. Como fosfato inorgánico, es un compuesto rico en energía y como una coenzima está directamente involucrado en la fotosíntesis. El potasio actúa en la apertura y cierre de las estomas, tiene que ver con el control de la difusión de gas carbónico en los tejidos verdes. Es esencial es la actividad de las enzimas. El magnesio es un componente de la molécula de la clorofila. El azufre es parte de las proteínas y se requiere para la síntesis de las vitaminas.

(S. Alcívar, S. Mestanza. INIAP 1998.)

El contenido crítico de nutrientes para una alta tasa de fotosíntesis foliar se considera en la siguiente tabla (Tabla 9).

Tabla 9. Contenido crítico de nutrientes para una alta tasa de fotosíntesis foliar.

Nutriente	Símbolo	%
Nitrógeno	N	2
Fosfato	P ₂ O ₅	0,4
Óxido potasio	K ₂ O	1
Óxido magnesio	MgO	0,4
Sulfato	SO ₃	0,5

La absorción de nutrientes por la planta del arroz es afectada por varios factores que incluyen el suelo y sus propiedades, la cantidad y el tipo de fertilizantes aplicados, el cultivar y el método de cultivo. El contenido de nitrógeno, fósforo y azufre en las partes vegetativas es generalmente alto en las primeras etapas del crecimiento vegetativo y declina a medida que se llega a la madurez.

En cambio, el contenido de silicio es bajo en las primeras etapas y aumenta consistentemente a medida que se acerca la madurez. (R.C Chaudhary, J.S Nanda, D.V Tran, FAO 2003).

Los nutrientes necesarios para producir una tonelada de arroz con cáscara en los trópicos son de cerca 20,5 Kg. de nitrógeno, 5,1 Kg. de fósforo y 44,4 Kg. de potasio por hectárea. A pesar de la gran diferencia en los rendimientos, la remoción de estos tres elementos es similar entre cultivos de rendimientos medios o altos.

Evaluar el estado de la fertilidad del suelo por medio de su análisis y decidir los principales requerimientos de nutrientes. Seguir los principios del manejo integrado de nutrientes de las plantas para rendimientos sostenibles a largo plazo y mejor sanidad del suelo.

Nitrógeno.- El nitrógeno es el nutriente más importante del arroz. El macollaje, la elongación de los tallos y el crecimiento de las plántulas son seriamente afectados por la deficiencia de nitrógeno. Aplicar nitrógeno como fertilizante basal en la última operación de embarrado, en el macollaje y cerca de 30-35 días antes de la espigazón a fin de coincidir con el crecimiento activo de las panojas jóvenes antes de la espigazón. Si fuera necesario, aplicar nitrógeno también en el momento de la espigazón.

El nitrógeno absorbido en el momento de la iniciación de la panoja ayuda a mantener las hojas verdes después de la espigazón y contribuye, por lo tanto, a una fotosíntesis activa necesaria para la producción de grano. (R.C Chaudhary, J.S Nanda, D.V Tran, FAO 2003).

Fósforo.- El fósforo estimula el crecimiento de las raíces y promueve la floración y la maduración tempranas. Induce un mayor macollaje y asegura el desarrollo normal del grano. El fósforo absorbido por la planta de arroz puede ser translocado de las hojas más viejas a las hojas jóvenes. En razón de esta movilidad el fósforo proporcionado en las primeras etapas del crecimiento asegura una cantidad suficiente para el desarrollo del grano. El fósforo que se absorbe después del macollaje tiende a acumularse en el grano, la paja y las raíces sin mejorar el rendimiento de grano. (R.C Chaudhary, J.S Nanda, D.V Tran, FAO 2003)

Potasio.- Las plántulas con deficiencia de potasio son finas y tienen un alto porcentaje de granos estériles o mal llenados. Las raíces más pequeñas mueren prematuramente. La deficiencia de potasio ocurre en alguna medida en el arroz cultivado en tierras bajas. La deficiencia de potasio también se encuentra en suelos mal drenados a causa de sustancias tóxicas producidas en suelos altamente reductivos que retardan su absorción y también porque menos potasio es liberado en condiciones de mal drenaje. Las plantas con deficiencia de potasio son raquílicas, con tallos finos y oscuros. La absorción activa de potasio comienza en el trasplante y continúa hasta el estado de grano pastoso. En las variedades de madurez media o tardía se ha encontrado un período de menor absorción de potasio entre el momento del máximo macollaje y el inicio de la espigazón, lo que sin embargo no ocurre en variedades de madurez temprana. El potasio absorbido en el período de máximo macollaje incrementa el número de panojas y granos. El potasio absorbido después de la formación de la panoja aumenta el peso de los granos. (R.C Chaudhary, J.S Nanda, D.V Tran, FAO 2003).

Para el proyecto se realizó un análisis de los nutrientes presentes en el suelo y uno de permeabilidad (ANEXO II). Dicha prueba reveló que el suelo contenía un balance de nutrientes aceptables para iniciar el cultivo, no obstante había ciertas falencias de algunos nutrientes que debían ser tomados en cuenta. Inicialmente se pensó hacer una fertilización inicial con humus de lombriz, pero esta no se realizó debido a que se necesitaba una máquina con rastras para incorporar dicho abono al suelo y como anteriormente se mencionó, la máquina indicada para ser usada en este proceso, el “motocultor” se encontraba en mal estado. Por esto se consideró hacer la fertilización una vez hecha la siembra con un tipo de agente orgánico llamado “BIOL”, el cual es un fitoestimulante de origen orgánico producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del aire) de desechos y otros compuestos orgánicos e inorgánicos pero que provienen de una fuente natural. El “BIOL” era de aplicación foliar, es decir, se aplicaba directamente a las hojas de las plántulas una vez que estas aparecían y que además de servir como fertilizante tenía un efecto plaguicida.

3.1.3. Preparación de agentes orgánicos

Como se mencionó anteriormente para la fertilización se aplicó un compuesto orgánico llamado “BIOL” con el objetivo de darle un correcto balance de nutrientes y equilibrar algunas deficiencias a lo largo del cultivo. Este compuesto servía para las distintas etapas de desarrollo de la planta desde la germinación hasta el llenado de los granos.

Los ingredientes y el procedimiento que se siguió fue el recomendado por, J. Restrepo, 2000. Hay que señalar que algunos de los ingredientes estaban bajo la forma de sales inorgánicas pero que son extraídos de fuentes naturales, por lo que el “BIOL” conserva su característica de elemento orgánico. (Tablas 10 y 11)

Tabla 10. Ingredientes para la elaboración del “BIOL”

Ingrediente	Unidades	Cantidad	Otros materiales
Agua	L	180	1 Recipiente plástico de 200 litros de capacidad con tapa adaptada para el escape de gases. 1 Cubeta plástica de 10 litros de capacidad 1 Palo para mover la mezcla
Estiércol fresco de vaca	Kg.	10	
Melaza o jugo de caña	L	10	
Leche o suero	L	10	
Sulfato de Magnesio	G	295	
Sulfato de potasio	G	1820	
Sulfato de hierro	G	55	
Sulfato de zinc	G	540	
Vitamina C	G	14	
Ácido Bórico	G	305	
Vitamina E	G	14	
Molibdato de sodio	G	40	
Roca fosfórica	Kg.	2,4	
Sulfato de Manganeso	G	115	
Oxido de sodio	G	45	

Es de señalar que algunos de los ingredientes que se requerían para la preparación del fertilizante fueron imposibles de conseguir en las cantidades requeridas tales como: Molibdato de sodio y el óxido de sodio y otros ingredientes que tenían que ser importados desde Perú como fue el caso de la roca fosfórica, por tales motivos estos ingredientes no fueron incluidos en el BIOL que se preparó.

Tabla 11. Procedimiento para la elaboración del “BIOL”

Día	Procedimiento
1	En el recipiente de 200 litros de capacidad, disolver los 10 kilos de estiércol, 10 litros de melaza y 2 litros de leche en 100 litros de agua limpia. Revolver hasta tener una mezcla homogénea. En la cubeta de plástico disolver 160 g de Sulfato de Magnesio en 10 litros de agua tibia (no más de 60 grados centígrados); revolver muy bien y agregar a la mezcla del recipiente de 200 litros. Tapar el recipiente y dejar en reposo en un lugar protegido del sol y la lluvia
4	En la cubeta de plástico disolver 225 gramos de Sulfato de Potasio en 10 litros de agua limpia (no más de 60 grados) agregar 2 litros de leche o suero. Revolver muy bien y agregar a la mezcla del recipiente de 200 litros. Revolver todo hasta tener una mezcla homogénea. Tapar y dejar en reposo en un lugar fresco y seco.
7	En la cubeta disolver 30 g de Sulfato de Hierro en 10 litros de agua tibia (no mas de 60 grados) agregar 2 litros de leche o suero. Revolver muy bien y agregar a la mezcla del recipiente de 200 litros. Revolver todo hasta tener una mezcla homogénea. Tapar el recipiente y dejar en reposo en un lugar protegido del sol y la lluvia.
10	En la cubeta, disolver 315 g de Sulfato de Zinc en 10 litros de agua tibia (no más de 60 grados) agregar 2 litros de leche o suero. Revolver muy bien y agregar a la mezcla del recipiente de 200 litros. Revolver todo hasta tener una mezcla homogénea. Tapar y dejar en reposo en un lugar fresco y seco.
13	En la cubeta, disolver los ingredientes restantes en 10 litros de agua tibia (no mas de 60 grados) agregar 2 litros de leche o suero. Revolver muy bien y agregar a la mezcla del recipiente de 200 litros. Revolver todo hasta tener una mezcla homogénea; completar el volumen a 200 litros agregando agua limpia Tapar y dejar en reposo protegido del sol y la lluvia durante unos 10 ó 15 días, después de los cuales estará listo para su aplicación.

(J. Restrepo. Colombia 2000.)

3.2.- PREPARACIÓN INICIAL DEL MÓDULO DE TILAPÍA

3.2.1. Llenado del estanque

Este proceso se realizó 2 meses después de la siembra del arroz y que en su gran mayoría, cada planta presentaba una altura promedio de 10 cm. Para esto se utilizó una manguera de 1,5 pulgadas que estaba conectada a una de las tomas de agua que disponía el CENAE en esa área. El agua utilizada para este proceso provenía del Lago ESPO. Cabe resaltar que en primera instancia solo se procedió a llenar el refugio para luego proceder a la siembra de los peces, después en los días posteriores se llenó todo el módulo de cultivo integrado con una columna de agua de 10 cm. Esta fue aumentada después, a 15 cm cuando las plantas de arroz adquirieron mayor altura (15 cm). Aunque el análisis de suelo realizado al inicio del ensayo reveló que el suelo era arcilloso e impermeable, 2 (I-4 e I-3) de los módulos presentaron una alta tasa de filtración en las primeras semanas después del llenado, por lo que era necesario hacer una recuperación de nivel mediante el ingreso de agua de 1 a 2 veces por semana, dependiendo del grado de la filtración.

CAPITULO IV

4. FASE 2: PROCESO DE SIEMBRA DE SEMILLAS Y ALEVINES EN LOS MÓDULOS DE CULTIVO.

4.1.- SIEMBRA: MÓDULO DE ARROZ.

Variedades de semilla.- La variedades INIAP 7, INIAP 415, INIAP 11 e INIAP 12 se siembran en el 93 % del área arrocera del Ecuador. (Tabla 12.)

Tabla 12. Características generales de las variedades INIAP.

Características Agronómicas	INIAP-14	INIAP-11	INIAP-12
Altura de planta:	81-110 cm	90-110 cm	89-117 cm
Tamaño de panículas:	-	20-26 cm	20-26 cm
Granos /espiga (#)	-	200	200
Tamaño del grano:	7,1 mm	8,0 mm (pilado)	8,0 mm (pilado)
Acame	Resistente	-	-
Tolerancia a enfermedades	Pyricularia y hoja blanca	Hoja blanca, Pyricularia oryzae: (mod. Suscep.)	Quemazón, hoja blanca, Falso carbón
Cualidades molineras y culinarias	entero (62%)	Buenas: grano largo y entero (68%)	Buenas: grano largo y entero (73%)
Ciclo de cultivo	110-117 días	97-110 días	104-111 días (s. Directa)
Potencial (ton /ha)	(64-100 sacas de 200 lb.)	7,4 (60,5 sacas de 200 lb.)	7,4 (75 sacas de 200 lb.)

Fuente: Agripac S.A.

Selección de la semilla: De la selección de una buena variedad y de la utilización de una semilla de muy buena calidad depende en gran medida el éxito de un proyecto arrocero. Con una buena semilla estamos garantizando un buen porcentaje de germinación, un buen vigor y un crecimiento uniforme de las plántulas, que después resulta en un cultivo con plantas sanas y mejor establecidas. (MTCA, SAG-DICTA, Honduras 2003).

En el proyecto se utilizó la variedad de semilla INIAP 11 de acuerdo a los siguientes criterios y características que presenta:

- 1) El tiempo de cultivo, el cual es menor en comparación con las otras variedades (INIAP 14, 12, 415). Esta variedad necesita de 97-110 días y que de acuerdo al tiempo que disponíamos en nuestra programación para terminar el bioensayo es la que más se adaptaba a nuestras condiciones.
- 2) No disponibilidad de las semillas. Los proveedores no disponían de las otras variedades INIAP, por lo que también esto constituyó un motivo más para la selección de esta semilla.
- 3) Buena tolerancia a las enfermedades como: Hoja blanca y Pyricularia Oryzae (quemazón).
- 4) La altura de la planta es de 90-110 cm, por lo que se adaptaba perfectamente a las condiciones de cultivo a las que iba a estar sometida, ya que en el policultivo iba a estar sumergida hasta 15 cm.
- 5) El rendimiento es de 7.5 Ton / Ha.
- 6) El tamaño del grano es de 8 mm (pilado).

Métodos de siembra.- En el cultivo del arroz se utilizan varios métodos de siembra, cuya aplicación depende de las facilidades que tenga el productor y del área a sembrar. Se diferencian dos sistemas de siembra en el cultivo de arroz; siembra directa (con semilla seca en suelos secos o fangueados o pre-germinada en suelos fangueados) y siembra indirecta o por trasplante.

Es muy importante que el productor siempre se asegure de la germinación , efectuando antes de la siembra una prueba de germinación de la semilla a utilizar. Esto debe de observarse para evitar bajas densidades de siembra al sembrar semillas con bajo porcentaje de germinación. (MTCA, SAG-DICTA, Honduras 2003).

Métodos de siembra directa:

- **Siembra con barreta, chuzo o “espeque”:** Es un método utilizado en terrenos donde la mecanización o la utilización de bueyes es difícil o no es factible. En este método de siembra, la semilla de arroz se coloca en posturas o agujeros individuales y se recomienda depositar entre 5 a 10 granos de semilla por postura a una distancia de 30 centímetros en cuadro. Sin embargo, se debe tener cuidado de no depositar muchas semillas en una sola postura para que las plantas tengan un macollamiento adecuado. Cuando el espacio entre posturas se reduce a 20 centímetros en cuadro, se recomienda colocar un máximo de 10 semillas lo cual permitirá un mejor uso del suelo y promoverá un mayor macollamiento de las plantas de arroz. En este método de siembra se recomienda la cantidad de 100 libras de semilla de buena calidad por hectárea.

- **Siembra al voleo con semilla seca.** La siembra al voleo se puede hacer a mano, con voleadoras manuales o con voleadoras acopladas al tractor o con avioneta tipo Cessna que son las que usualmente se usan para este tipo de tareas. Una vez distribuida la semilla en el suelo, se da un pase de rastra para tapar la semilla y reducir así el daño de aves y otros animales. La profundidad a la que se coloca la semilla dentro del suelo, no debe ser mayor de cinco centímetros. Con este método, la siembra es más rápida, sin embargo, la germinación no es uniforme debido a que la semilla queda colocada a diferentes profundidades, además del daño a veces considerable por los pájaros en la semilla que no se logró tapar adecuadamente. Con este método se recomienda utilizar entre 200-220 libras de semilla de buena calidad por hectárea.

Métodos de siembra indirecta:

- **La siembra por trasplante.** Es un método de siembra indirecto, en el cual se trasplantan plántulas que han crecido inicialmente en semilleros o almácigos para luego trasplantarlas al campo definitivo. Las plántulas deben arrancarse cuidadosamente del almácigo o del semillero, tratando de no ocasionar daño ni al follaje ni a las raíces. Generalmente el trasplante se realiza cuando las plántulas tienen de 20 a 30 días de crecimiento. La ventaja de este sistema de siembra es que se usa poca semilla por área de siembra, ya que generalmente se utilizan entre 30 y 50 libras de semilla por hectárea. Este método es recomendable para pequeñas plantaciones y/o cuando se quiere erradicar malezas nocivas, como el Arroz Rojo o cuando se produce semilla certificada o se trate de reducir las mezclas de otras variedades en los terrenos dedicados al cultivo de arroz.

Sin embargo, la principal desventaja es el uso de mucha mano de obra, por lo que los costos son relativamente altos en este método de siembra indirecto. Los semilleros o almácigos, pueden establecerse en arriates o en bandejas, donde la semilla se esparce ya sea en surquitos o al voleo, usando semilla seca o semilla pre-germinada. (MTCA, SAG-DICTA, Honduras 2003).

4.1.1 Siembra y distribución de la semilla.

En el proyecto se utilizó el método de siembra directa que utiliza barreta, chuzo o espeque debido a las razones que se mencionan en los párrafos superiores.

El proceso de siembra se realizó en 2 fechas, debido a que se sufrió un percance en las redes de tuberías que trasportaban el agua del lago hasta el CENAE, el mismo que impidió que la siembra fuera hecha de manera consecutiva. El retraso ocasionado fue de 10 días. La primera siembra se realizó el día 30 de junio de 2005 en donde se sembró inicialmente el control 2, el módulo integrado 1 y el módulo integrado 2. La segunda siembra se realizó el día 10 de julio de 2005, en este día se sembraron el control 1 y los módulos integrados 3 y 4.

Primeramente se trazaron filas de 10 m de largo con una separación de 20 cm entre fila y fila, esto sirvió como guía para hacer los agujeros con el “espeque” , luego se procedió a hacer perforaciones cada 15 cm a lo largo de la fila guía, en cada uno de los agujeros se depositaron de 20-25 semillas y se procedió a tapar a medida que se iba avanzando. Este proceso se repitió en todos los módulos de cultivo de arroz incluyendo los controles.

En total en los módulos integrados se sembró un promedio de 40 hileras que contenían 60 agujeros por hilera. En los controles se sembró un promedio de 45 hileras, que contenían 60 agujeros por hilera.

4.2.- SIEMBRA: MODULO ARROZ- TILA PÍA.

4.2.1 Aclimatación y transferencia de los alevines de tilapia.

Transporte.- Los peces utilizados para el bioensayo, fueron individuos de mediano tamaño entre 100-130 g los cuales fueron una donación de una de las granjas de policultivo de tilapia con camarón del grupo Santa Priscila. En total se donaron 250 peces que fueron trasladados al campus Gustavo Galindo vía terrestre en tanques de 500 litros y 200 litros con aireación y con hielo para reducir el estrés provocado durante el transporte y el manipuleo de los mismos.

Aclimatación:

Al llegar los peces estos fueron depositados en uno de los tanques de cemento de forma rectangular tipo “raceway” con una división en el centro y con recubrimiento de liner con una capacidad de 20 m³. Los peces fueron depositados directamente en el estanque inmediatamente a su arribo a la facultad. Esto se lo realizó de manera provisional hasta que los módulos de cultivo estuvieran funcionales y listos para la transferencia, lo cual tomo un tiempo de 60 días. Además se perseguía lograr durante este periodo, al que se llamo "aclimatación", reflejar en el tanque las condiciones a las que se sometería el pez una vez iniciado el policultivo.

En los días posteriores se presentó mortalidad considerada normal por el estrés sufrido en el proceso de transporte y aclimatación al nuevo medio. En total murieron 30 peces durante la primera semana de aclimatación. En esta fase los peces estuvieron sin alimentación y el agua del tanque presentaba gran productividad primaria, con lo que se obligó al pez a adaptarse a la filtración y al consumo de alimento natural, tales como plancton, zooplancton y detritus. No se realizó una caracterización de las especies de plancton existentes en el agua de los refugios pero debido a los hábitos alimenticios de la tilapia (omnívora) se presume que estos organismos junto con los antes mencionados estuvieron dentro de la dieta de la tilapia. Además se les sometió a un mínimo recambio de agua del 10% por semana para aclimatarlos a las condiciones que se presentarían en el ensayo, tales como baja concentración de oxígeno, variaciones de temperatura del ambiente. Los peces estuvieron en “aclimatación” 60 días, que fue el tiempo en el que los módulos de cultivo estuvieron listos para la transferencia.

Transferencia- El proceso de transferencia se realizó el día 9 de septiembre de 2005 en horas de la mañana, en total se transfirieron 25 peces por módulo con un peso promedio inicial de 143 g. Para lograr una mejor distribución de la población en los módulos de cultivo la transferencia se realizó de la siguiente manera:

Se introdujo 5 peces en el módulo I-1, luego se introdujo 5 más en el módulo I-2, 5 adicionales en el módulo I-3 y finalmente 5 peces más en el módulo I-4. Se repitió este proceso 4 veces adicionales, transfiriendo 5 peces en cada ocasión en cada módulo en el mismo orden en que se hizo la primera vez. De esta forma al final de la transferencia se completaron 25 peces en cada módulo.

4.2.2. Registro inicial de los individuos.

Antes de la transferencia de los peces a los módulos de cultivo se realizó un muestreo de la población existente en el tanque de aclimatación, a fin de establecer el número de individuos que había sobrevivido la aclimatación inicial, el peso y el tamaño promedio con el que los peces serían transferidos a los módulos de cultivo. (Tabla 13)

Tabla 13. Datos iniciales de la transferencia de las tilapias.

	I-1	I-2	I-3	I-4
Número de peces transferidos	25	25	25	25
Biomasa Inicial (g)	3574	3574	3574	3574
Peso promedio Inicial (g)	142,99	142,99	142,99	142,99
Densidad de siembra (Ind. / m ²)	2.5	2.5	2.5	2.5

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)

CAPITULO V

5. FASE 3: DESARROLLO DEL CULTIVO INTREGRADO

5.1.- DESARROLLO DEL CULTIVO: MÓDULO DE ARROZ.

5.1.1. Cultivo y manejo inorgánico del cultivo de arroz.

El cultivo de arroz se realizó por un espacio de tiempo de 147 días.

Si bien es cierto el objetivo propuesto era de manejar el cultivo de arroz de una forma orgánica, esto solo se pudo lograr en un 60 %, ya que en la fases finales del cultivo nos vimos obligados a utilizar un fertilizante inorgánico como lo es la urea. No se empleo otro agente inorgánico para control de malezas ni para combatir el ataque de las plagas. Es por esto que este bioensayo se lo considera como un cultivo realizado de una forma inorgánica.

Germinación.- Las primeras semillas germinadas aparecieron al cuarto día después de la siembra y en los días posteriores se observó la parición de pequeñas plántulas de 2-3 cm de altura y con varias hojas en el 90% del área que fue sembrada.

En esta fase del desarrollo se procedió a establecer la sobrevivencia de las semillas contando el número de plantas que aparecieron en los lugares donde se pusieron semillas, dando como resultado un 90 % de sobrevivencia de las semillas. (Tabla 14)

Tabla 14. Supervivencia de las semillas sembradas.

	C-1	C-2	I-1	I-2	I-3	I-4
Área (m2)	100	100	90	90	90	90
Número hieras de siembra	45	45	40	40	40	40
Número agujeros de siembra/ hilera	60	60	60	60	60	60
Total agujeros de siembra /módulo	2700	2700	2400	2400	2400	2400
Total semillas germinadas /agujero de siembra /módulo	2630	2100	2350	2290	2370	2110
Supervivencia en germinación /módulo (%)	97,4	77,8	97,9	95,4	98,8	87,9

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Fertilización.- Una vez aparecidas las primeras plántulas se inició a fertilización foliar de las plantas, esta se realizó con la aplicación del compuesto orgánico preparado anteriormente “BIOL” que cumplía las funciones de fertilizante y de plaguicida. La aplicación se realizó por aspersión directamente al follaje con la ayuda de una bomba de mochila, siguiendo la concentración recomendada por J. Restrepo, 2000 en la cual se diluye 1000 ml de BIOL en 20 litros de agua. La fertilización se la realizaba 1 vez por semana en los módulos integrados y en los controles manteniendo la concentración y la forma de aplicación antes descrita. Después de 1 mes de fertilización se decidió suspender la aplicación de BIOL, puesto que las plantas adquirieron una coloración amarilla cada vez más acentuada y se presentó un retardo en el crecimiento. Lo que denotaba una baja concentración de nitrógeno (N) como lo evidenció el análisis de suelo realizado antes de la siembra. (Ver anexo). Además de esto según las apreciaciones subjetivas y experiencias de los agricultores de la zona, que relacionan esta coloración con la baja concentración de nitrógeno y que después fue corroborado por nosotros de una forma más técnica confrontando los colores de las hojas con los de la “carta de colores de las hojas”, herramienta usada en países centroamericanos para establecer la deficiencia de el nutriente antes mencionado en base a la tonalidad de las hojas. Ver figura 7.

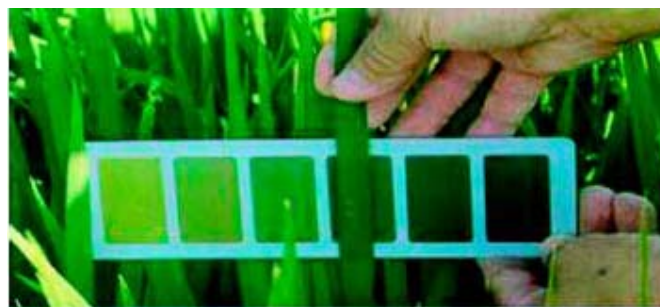


Figura 7. Carta de colores de las hojas

El BIOL de hecho contenía nitrógeno pero se presume que la asimilación del mismo por parte de las plantas de arroz era muy lenta. Debido a esta situación se decidió utilizar urea como fertilizante a partir del segundo mes de cultivo. (Tabla 15)

Tabla 15. Cantidad de urea usada como fertilizante por m².

Módulo	C-1	C-2	I-1	I-2	I-3	I-4
Área (m ²)	100	100	90	90	90	90
Kg. de urea / m ²	0,045	0,045	0,0405	0,0405	0,0405	0,0405

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

La urea se aplicó en 3 oportunidades en cada módulo durante el tiempo restante del ciclo de producción de arroz (4 meses). La concentraciones aplicadas en nuestro proyecto son las que se usan habitualmente por los agricultores de la zona (0,045 Kg. / m²).

Riego.- Hay que destacar que en estas primeras fases de crecimiento de las plantas, el riego se lo realizó diariamente planta a planta en horas de la tarde con una manguera de 1,5 pulgadas. Si bien es cierto la mejor hora para realizar el riego es en horas de la mañana, en nuestro caso tuvimos que adaptarnos al horario de riego del CENAE, el cual tenía otros cultivos en marcha y que eran regados en la mañana. Este horario de riego no fue beneficioso para nosotros lo que luego se evidenció con una dilatación en el tiempo de cultivo de arroz.

Esta forma de riego se mantuvo hasta que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 10 cm en donde se procedió a inundar los módulos con una película de agua de 5 cm. Esto se hizo con una manguera 3 pulgadas.

Control de malezas.- En el transcurso del cultivo se presentaron malezas típicas de este tipo de cultivo. (Tabla 16)

Tabla 16. Tipo de malezas que se presentaron en el bioensayo.

Nombre científico	Nombre común
<i>Echinochloa colonum</i>	"Paja de patillo"
<i>Echinochloa crusgalli</i>	"Moco de pavo"
<i>Rottboellia exaltata</i>	"Caminadora"

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Las malezas fueron controladas de manera manual cada 20 días a fin de evitar el uso de agentes inorgánicos como herbicidas. Las malezas fueron un problema recurrente a lo largo del cultivo incluso cuando los módulos fueron inundados en su totalidad. La presencia de malezas perjudicó el cultivo de arroz debido a que redujeron el potencial de rendimiento debido a la competencia por agua, nutrientes, espacio y luz.

5.2.- DESARROLLO DEL CULTIVO: MODULO ARROZ-TILA PÍA

5.2.1. Cultivo y manejo extensivo de tilapia

El cultivo de tilapia se realizó de una forma extensiva durante 77 días, con la aplicación de los siguientes criterios:

Densidad.- En total se transfirieron a los módulos de policultivo integrado, 100 peces, 25 individuos por módulo de una forma aleatoria. La densidad de siembra por módulo fue de 2,5 individuos por metro cuadrado.

Crecimiento específico.- El crecimiento esta directamente relacionado con la alimentación. En esta fase las piscinas ya estaban inundadas con una columna de agua de 10 cm por lo cual las tilapias tenían toda esta área para desplazarse. Durante los primeros 30 días, después de la transferencia (realizada el día 70 del bioensayo), las tilapia (omnívoro) se alimentaban de productividad primaria, insectos y sus larvas, detritus, huevos y alevines de tilapia resultado de la reproducción dentro del estanque. A partir del día 31 hasta la cosecha (desde el día 101 hasta el 147 del bioensayo), las tilapias fueron alimentadas con harina de soya dos veces por semana con una dosis de ensayo correspondiente al 5% de la biomasa (que se obtiene en los muestreos). Este porcentaje es superior al recomendado. (Tabla 17)

Tabla 17. Cantidad de alimento recomendado en función al porcentaje de biomasa.

Peso Pez (g)	Biomasa (%)
100-150	3,0-2,5
150-200	2,5-2,2

(Manual de Solla S.A., 2000)

La cantidad de alimento suministrado en función al porcentaje de la biomasa que se ensayó aparece en las tablas.(Tabla 18.-Tabla 21.)

Tabla 18. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #1.

I-1	Biomasa (g)	Cantidad de alimento (g / ración)
Biomasa 1 (muestreo 2)	2814	140,7
Biomasa 2 (muestreo 3)	3084	154,2

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Tabla 19. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #2

I-2	Biomasa (g)	Cantidad de alimento (g / ración)
Biomasa 1 (muestreo 2)	2600	130
Biomasa 2 (muestreo 3)	2696	134,8

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Tabla 20. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #3.

I-3	Biomasa (g)	Cantidad de alimento (g / ración)
Biomasa 1 (muestreo 2)	2753	137,65
Biomasa 2 (muestreo 3)	3183	159,15

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Tabla 21. Cantidad de alimento suministrado en el bioensayo en el módulo #4

I-4	Biomasa (g)	Cantidad de alimento (g / ración)
Biomasa 1 (muestreo 2)	3067	153,35
Biomasa 2 (muestreo 3)	3377	168,85

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

La harina de soja era aplicada directamente al módulo de cultivo. Los resultados de crecimiento aparecen en la siguiente tabla. (Tabla 22).

Tabla 22. Crecimiento promedio al final de las 11 semanas de cultivo.

Módulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Crecimiento promedio (g /semana)	3,82	3,13	2,06	3,98

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

En el ensayo también se consideró el factor de conversión alimenticia, definido como la cantidad de alimento suministrado en relación a la ganancia de peso de los individuos. (R Stickney, 1994). (Tabla 23).

$$\text{FCR} = \text{cantidad de alimento suministrado} / \text{ganancia de peso}$$

Tabla 23. Factor de conversión alimenticia al final del ensayo.

	I-1	I-2	I-3	I-4
F.C.A.	2,12	3,47	2,97	2,56

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Supervivencia final.- Una vez transferidos los peces a los módulos de cultivo integrado, fuimos víctimas de varios robos, por parte de las personas que viven en los sectores aledaños del CENAE, lo cual afectó de forma directa la supervivencia final de los peces. (Tabla 24)

Tabla 24. Supervivencia final de los módulos arroz-tilapia.

Módulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Supervivencia (%)	72	64	96	104

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Recuperación de nivel.- Se ingresaba agua a los módulos de cultivo para recuperar los niveles perdidos por percolación y por evaporación, esto se hacía 1 vez por semana, tomando como referencia que el estanque siempre tenía que mantener una columna de agua de 10 cm.

Tratamiento de enfermedades.- Antes de la transferencia cuando los peces se encontraban en el tanque de aclimatación fueron tratados con formaldehído a razón de: 462,962 ml de formaldehído aplicados en los 20 m³ (23,1481 ml / m³) de volumen del estanque, según lo recomendado por Hoffman & Meyer, 1974.

Este tratamiento se lo realizó durante 5 días, como medida preventiva para el ataque de hongos y ectoparásitos. Una vez hecha la transferencia los peces no presentaron sintomatología visible del ataque de hongos y ectoparásitos por lo que no fue necesario tomar medidas para el tratamiento de enfermedades.

5.2.2. Registro de datos de producción.

Los datos de producción fueron tomados durante los muestreos realizados a lo largo del cultivo integrado, los muestreos se los realizaba cada 20 días para evitar el estrés en los peces. (Tabla 25)

Tabla 25. Muestreos realizados cada 20 días evaluando el peso promedio.

Peso Promedio (g)				
Muestreo	I-1	I_2	I-3	I-4
0 (inicial)	143	143	143	143
1	145,5	145,1	143,8	154,3
2	156,3	162,5	144,9	161,4
3	171,3	168,5	159,2	168,9
Cosecha	189,3	180,7	168,3	191,1

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

5.2.2.1. Indicadores de crecimiento

En los muestreos realizados se tomó en cuenta como un indicador de crecimiento el peso promedio de los peces. En los muestreos no se consideró la longitud promedio debido a que obtener estas lecturas representaba un alto grado de manipuleo y estrés adicional al ya provocado por la estimación del peso promedio y por el hecho de que en este ensayo se consideró como parámetro más importante al peso, independientemente de la longitud.

Antes de los muestreos no se recuperaba el nivel de agua en días anteriores en los módulos integrados y se evacuaba por medio de los tubos de drenaje a fin de confinar los peces en el área del refugio, para facilitar la recolección de los peces y el muestreo.

Para esto se extraían los peces con ayuda de un arte de pesca, el cual era arrastrado a lo largo del refugio hasta llevar a los peces al área de menor profundidad donde luego se procedía extraerlos, los individuos eran pesados uno a uno con la ayuda de una balanza procurando hacerlo de una manera ágil para tratar de reducir al mínimo el estrés provocado por esta tarea, luego de tomar la lectura los peces eran devueltos al estanque.

5.2.2.2. Indicadores abióticos de cultivo.

Los indicadores considerados durante el cultivo fueron:

- **Oxígeno disuelto:** Tomado a las 6 a.m. y a las 6 p.m., cada dos días. (Tabla 26-28)

Tabla 26. Promedio Septiembre de las lecturas de oxígeno disuelto (mg. /l)

SEPTIEMBRE				
Modulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Oxígeno (mg/l) 6 AM	3,53	3,40	3,01	3,24
Oxígeno (mg/l) 6 PM	5,12	4,44	4,53	4,85

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Tabla 27. Promedio Octubre de las lecturas de oxígeno disuelto (mg. /l)

OCTUBRE				
Modulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Oxígeno (mg/l) 6 AM	3,26	3,49	3,34	3,41
Oxígeno (mg/l) 6 PM	4,47	4,30	4,39	4,49

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

Tabla 28. Promedio Noviembre de las lecturas de oxígeno disuelto (mg. /l)

NOVIEMBRE				
Modulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Oxígeno (mg/l) 6 AM	3,94	3,73	3,86	3,95
Oxígeno (mg/l) 6 PM	5,16	4,86	5,38	5,17

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

- **Temperatura del agua.-** Este parámetro era medido en la misma hora y en la misma frecuencia que el oxígeno disuelto. (Tabla 29-31).

Tabla 29. Promedio Septiembre de las lecturas de temperatura del agua. (°C).

SEPTIEMBRE				
Modulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Temperatura (°C) 6 AM	22	21,55	21,19	21,21
Temperatura (°C) 6 PM	24,70	24,37	21,93	24,37

“(Tomado de la Investigación realizada, 2005)”

Tabla 30. Promedio Octubre de las lecturas de temperatura del agua. (°C).

OCTUBRE				
Modulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Temperatura (°C) 6 AM	22,62	22,54	22,51	21,08
Temperatura (°C) 6 PM	25,30	24,91	24,83	23,54

“(Tomado de la Investigación realizada, 2005)”

Tabla 31. Promedio Noviembre de las lecturas de temperatura del agua. (°C).

NOVIEMBRE				
Modulo	I-1	I-2	I-3	I-4
Temperatura (°C) 6 AM	23,04	22,68	20,64	22,77
Temperatura (°C) 6 PM	25,26	24,90	24,92	25,21

“(Tomado de la Investigación realizada, 2005)”

*Para la medición del oxígeno disuelto y la temperatura, se utilizó un medidor digital (YSI-85) que proporcionaba las dos lecturas.

- **PH del agua.-** Este parámetro era tomado una vez por mes. Tabla 32

Tabla 32. pH mensual por módulo.

Módulos	I-1	I-2	I-3	I-4
Octubre	7,8	8,08	8,19	7,7
Septiembre	7,9	8,09	8,27	8,45
Noviembre	8,58	8,36	8,47	8,3

“(Tomado de la Investigación realizada, 2005)”

- Se realizó un análisis de calidad de agua (ANEXO III), donde se evaluó otros parámetros como: niveles de nitritos y nitratos, salinidad, nivel y presencia de metales pesados. (Tabla 33).

Tabla 33. Análisis de calidad de agua de los módulos integrados al final del bioensayo.

Módulos	I-1	I-2	I-3	I-4	Rangos
Sólidos suspendidos totales (mg. / l)	131,3	135,1	153,4	123,8	< 25 mg/l*
Nitrito (mg. / l)	0,048	0,039	0,11	0,118	< 0.1 ppm*
Dureza total (mg. / l)	296,2	230,1	240,1	200,1	50-350 ppm*
Magnesio (ppm)	28	31	27	26	1350 ppm**
Hierro (ppm)	0	0	0,001	0,005	0,01 ppm**

*Rangos recomendados por el Centro de Servicios para la Acuicultura (CSA).

**Manual de Crianza de Tilapias. ALICORP S.A. 2003

“(Tomado de la Investigación realizada, 2005)”

CAPITULO VI

6. FASE 4: COSECHA

6.1.- COSECHA: MÓDULO ARROZ.

Tres aspectos fundamentales deben tomarse en cuenta para la recolección del cultivo de arroz: Cuando cosechar, el método de cosecha y las pérdidas en rendimiento y calidad del grano.

Cuando cosechar.- El periodo de madurez a floración en el trópico cálido ha demostrado ser bastante constante entre 30 y 35 días. El arroz debe cosecharse cuando el grano está maduro, para lo cual el mejor indicador es la humedad y el color del mismo. Se debe cosechar cuando el 95% de los granos en las espigas tengan un color amarillo claro o “pajizo” y el resto esté amarillento, lo cual coincide con 20 a 25% de humedad en el grano. Si se cosecha con una humedad mayor del 27% se obtendrán menos rendimientos; si se lo hace por debajo del 18% habrá pérdida de granos, de calidad y mayor riesgo.

Métodos de cosecha.- La cosecha puede hacerse en forma mecánica mediante el empleo de la cosechadora o combinadas y en forma manual cortando las plantas con hoces para proceder a la trilla mediante el empleo de trilladoras estacionarias o golpeando manojos de plantas contra un madero situado en una lona a lo que también se conoce como la labor de “chicoteo”.

Pérdidas en rendimiento y calidad de grano.- En cosechas muy tempranas, cuando aún existen muchos granos sin madurar, el rendimiento disminuye considerablemente, cuando la cosecha es tardía también bajan los rendimientos debido a pérdidas de granos por desgrane, ratas y pájaros. En ambos casos la calidad desmejora. En lo que se refiere a cosechas con máquina cosechadora, la pérdida de granos puede ocurrir en cualquiera de las etapas que constituyen el proceso de cosechar, esto es: corte y alimentación, trilla, separación y limpieza. Para evitar esta situación es necesario frecuente revisión y ajuste de la máquina de acuerdo a las especificaciones de la misma. (F. Andrade. INIAP, 1998).

La cosecha del arroz se la realizó el día 25 de noviembre de 2005 una vez que se estableció que este estaba listo para la cosecha mediante la observación del color de las espigas, las cuales tenían una tonalidad amarillenta; el proceso de cosecha se lo realizó de forma manual. Díez días antes de la cosecha se suspendió el ingreso de agua a los módulos de cultivo (módulos de control e integrados).

Para la cosecha se utilizó una “hoz”, la cual es una herramienta de forma semilunar con el borde interno aserrado y afilado y con un mango que puede ser de madera o plástico y se usó para cortar los tallos de las plantas de arroz, luego se las apilaba en pequeños grupos o “manojos”.

Una vez hecho esto se procedió a azotar o “chicotear” las plantas contra un madero donde previamente se había extendido un trozo de lona o yute; al azotar las plantas, los granos de arroz se desprendían de las espigas. (Tabla 34)

Tabla 34. Producción total de arroz de los módulos de cultivo.

Módulos	Nomenclatura	Área de cultivo (m2)	Rendimiento	Rendimiento	Total libras cosechadas por módulo
			Teórico* lb. /m2	real lb. /m2	
Control 1	C-1	100	1,21	0,9	90
Control 2	C-2	100	1,21	0,1	10
Integrado 1	I-1	90	1,21	0,66	60
Integrado 2	I-2	90	1,21	0,55	50
Integrado 3	I-3	90	1,21	1,22	110
Integrado 4	I-4	90	1,21	0,22	20

*Rendimiento teórico de la semilla INIAP 11, 12100 lb. /Ha. Agripac S.A.
“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

6.2.- COSECHA: MÓDULO ARROZ- TILA PIA

La cosecha de las tilapias se la realizó el 25 de noviembre de 2005 en horas de la mañana. Para este proceso se evacuó toda el agua de los refugios quedando los peces en el fondo de los refugios en donde eran tomados manualmente y pesados para el registro de los datos finales.

Se pudo evidenciar la presencia de alevines de tilapia de 1,5 cm de longitud, con lo que se pudo establecer que hubo reproducción dentro de los módulos. (Tabla 35)

Tabla 35. Producción de tilapia de los módulos de cultivo integrado.

	I-1	I-2	I-3	I-4
Número de peces transferidos	25	25	25	25
Biomasa Inicial (g)	3574	3574	3574	3574
Peso promedio Inicial (g)	142,99	142,99	142,99	142,99
Número de peces cosechados	18	16	24	26
Biomasa Final (g)	3407*	2891*	4040	4969
Peso promedio final (g)	189,28	180,69	168,33	191,12
Supervivencia (%)	72	64	96	104

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

* En los módulos integrados 1 y 2 la biomasa final es menor a la biomasa inicial ya que estos módulos tienen las menores supervivencias de tal manera que esto se refleja en los datos de biomasa final.

CAPITULO VII

7.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

El bioensayo tuvo una duración de 148 días (11 semanas) desde la siembra hasta la cosecha. En el día 70 se transfirieron los peces a los 4 módulos de policultivo integrado, para la evaluación de resultados:

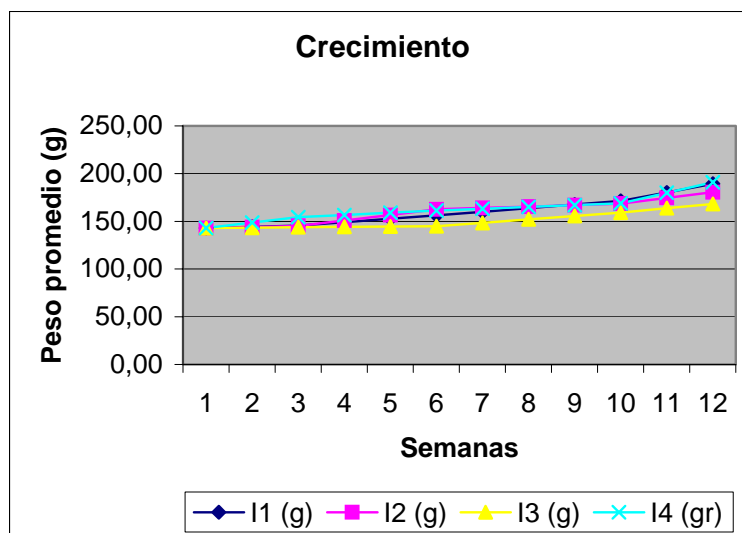
- **Arroz:** sólo se consideró la producción final del bioensayo, la cual fue estimada en libras de arroz cosechadas por módulos.
- **Tilapia:** se consideró el crecimiento en función del peso promedio (**W**), la supervivencia, y el factor de conversión alimenticia (F.C.A) en el desarrollo del bioensayo. Se escogió el peso promedio de los módulo de policultivo integrado como un indicador de crecimiento, y no se consideró la talla promedio de los individuos, debido a que obtener lecturas de longitud de cada uno de los peces representaba un excesivo manipuleo y estrés adicional al ya provocado por la estimación del peso promedio y por el hecho de que en este ensayo se consideró como parámetro más importante al peso, independientemente de la longitud.

7.1.1 ELABORACIÓN DE CURVAS DE CRECIMIENTO DE TILAPÍA

Las curvas de crecimiento de los módulos de policultivo integrado se las realizó en función del peso promedio de cada módulo de policultivo integrado, obtenidos en los muestreos realizados a lo largo del bioensayo.

Las mayores curvas de crecimiento al final del bioensayo se dieron en los módulos de policultivo integrado I1, I4 e I2 y los mínimos valores se dieron en Integrado 3.

Figura 8. Curvas de Crecimiento



“(tomado de la investigación realizada, 2005)”

El mejores crecimiento con peso promedio final, se dieron en los módulos de policultivo integrado I-4 con 191,12 g., e I-1 con 189,28 g., lo que nos indica que no existió una diferencia significativa entre las curvas de crecimiento de ambos módulo de policultivo integrado.

En el módulo de policultivo integrado I-2 se obtuvo un peso promedio final de 180.69 g, mientras que en el módulo de policultivo integrado I-4 se obtuvo un peso promedio final 168.33 g, el mismo que fue el más bajo de todos los módulos de policultivo integrado. En la tabla 36 se muestra la valores de peso promedio inicial, peso promedio final y el peso promedio ganado al final del bioensayo.

7.1.2. SUPERVIVENCIA

El comportamiento de los peces durante el bioensayo se ve reflejado en uno de los indicadores universales que es la supervivencia (%). La cual nos permite evaluar las condiciones en que se desarrollo el cultivo y los resultados obtenidos al final del bioensayo. La supervivencia al final en cada uno de los módulos de policultivo se pueden observar en la tabla 36. del presente capítulo. No se evidenció que las mortalidades obtenidas al final del bioensayo en los módulos de cultivo hayan sido producidas por factores nutricionales y patológicos. La mortalidad en cada módulo integrado fue asociada a los robos continuos ocurridos durante el desarrollo del bioensayo.

7.1.3 FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA. (FCA)

Los mejores factores de conversión alimenticia se obtuvieron en el módulo integrado #1, seguido del módulo integrado # 4; el módulo integrado #2 y #3 presentaron los más altos factores de conversión. Estos resultados indican que por cada gramo de peso ganado se tuvo que suministrar de dos a tres gramos de alimento.

A continuación en la Tabla 36 se presenta los resultados de peso promedio, supervivencia y factor de conversión alimenticia al final del bioensayo en cada uno de los módulos de policultivo integrado (arroz-tilapia).

Tabla 36. Datos finales de producción de los módulos integrados.

Resultados / Módulos	I-1	I-2	I-3	I-4
Peso promedio Inicial (g)	142,99	143	143	143
Peso promedio final (g)	189,28	181	168	191
Peso Promedio Ganado	46,29	37,7	25,3	48,1
Supervivencia (%)	72	64	96	104
F.C.A.	2,12	3,47	2,97	2,56

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

7.2 CONFRONTACIÓN DE LOS MÓDULOS : Integrados (arroz-tilapia) vs. Control (arroz).

El los módulos de cultivo de sólo arroz la producción al final del bioensayo se muestra en la siguiente tabla. (Tabla 37)

Tabla 37. Producción de arroz en los módulos de control al final del bioensayo.

Módulos	Área de cultivo (m²)	Libras cosechadas
C-1	100	90
C-2	100	10

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

En los módulos de policultivo integrado la producción de arroz al final del bioensayo se muestra en la siguiente tabla. (Tabla 38.)

Tabla 38. Producción de arroz en los módulos integrados al final del bioensayo.

Módulos	Área de cultivo (m²)	Libras Cosechadas
I-1	90	60
I-2	90	50
I-3	90	110
I-4	90	20

“(Tomado de Investigación realizada, 2005)”

La producción promedio de arroz entre los dos módulos de control fue de 50 lb.

En lo que concierne a los módulos integrados la producción promedio entre los cuatro módulos de policultivo integrado fue de 60 lb.

Relacionando las producciones promedio de arroz al final del bioensayo, entre los módulos podemos apreciar que en los módulos de policultivo integrado (arroz-tilapia) fue superior a la de los módulos de cultivo sólo arroz (control) en un 20%, a pesar de que el área destinada para este último era menor que en los módulos de cultivo integrado (90 m²/ módulo), comparado con el área destinada para el cultivo de arroz en los módulos de cultivo sólo arroz (100 m²/módulos).

CAPITULO VIII

8.0 PROYECCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO

En función a los resultados obtenidos al finalizar el bioensayo realizamos una proyección y un análisis económico de implementar el cultivo integrado arroz-tilapia en una granja arrocera. La granja escogida para nuestro proyecto es la “Hacienda Pechiche”, cuyas características son descritas en la siguiente tabla :

Tabla 39. Características de la “Hacienda Pechiche”

Cantón:	Daule
Parroquia:	Laurel
Área de Producción	18 Ha
Semilla:	INIAP 11
Producción Promedio:	69 sacas (260 lbs)/ Ha
Tipo de Siembra:	Transplante de semilla
Ciclo Anuales:	2 ciclos: 1.-Abril-Julio
	2.- Agosto-Noviembre
Fuente de Agua:	Río Pula
Propietario:	Ing .Klever Mora
Tipo de cultivo	Semitecnificado por inundacion

8.1.- DEFINICIÓN DEL MERCADO META.

El mercado objetivo del proyecto en mención son las piladoras para el caso de arroz y para la tilapia las personas que habitan en la zona interesadas en la compra de esta especie. Con las cuales se acordará un pacto antes de la cosecha para tener aseguradas las ventas de nuestro producto.

8.2.- CONSIDERACIONES ECONÓMICAS.

Además de la posesión de suficiente capital de inversión, hay cuatro factores económicos principales que intervienen en los métodos de manejo escogidos y en las ganancias de la granja. Estos son: disponibilidad y costo de la tierra, agua, trabajo, alimentación complementaria y fertilizantes.

8.3.- SUPUESTOS UTILIZADOS

Para el análisis económico del proyecto, se utilizaron los siguientes supuestos:

- *Precio de venta:*
 - * *Arroz \$21,8 (saca de 260 lb.). Precio promedio (depende del mercado).*
 - * *Tilapia \$ 0.52lb. (Precio en el mercado al 20 de Febrero)*
- *Todas las compras son pagadas al contado.*
- *No se asume inventario de bodega.*
- *Todas las ventas son hechas al contado y pagadas en un 100%.*
- *Se consideró el efecto de la inflación en un 5% por año.*
- *La tasa de descuento utilizada fue de 12% con inflación.*
- *Se estimó un costo de oportunidad de 0.12 o 12%.*
- *Se analizó el proyecto sin el efecto de financiamiento externo, esto es todo el dinero es aportado por el propietario.*
- *Se prevé en el último año un ingreso por venta del proyecto en operación igual a una perpetuidad del flujo del año anterior.*
- *Para la ejecución de este proyecto se decidió determinar un rango de 5 años.*

8.4.- INVERSIÓN TOTAL

En la tabla 40. se pueden observar todas las inversiones que se realizarían para la puesta en marcha y operación de la “Hacienda Pechiche”.

Tabla 40. Inversiones y Depreciaciones en (USD) para el cultivo de Arroz-Tila pía

	No	Valor	Valor	Vida útil	Depreciación
		Unitario	Total Item	(meses)	Mensual
OBRAS CIVILES					
Alquiler de terreno (Ha)/ciclo	18	120	2160		
Piscinas	18	50,55	909,9	120	7,58
Tubos de PVC (4")	19	10	190	60	3,17
Maquinarias Equipos					
Bomba (10"x 8")	1	6000	6000	60	100
Balanza Romana de 500 Kg	1	403,2	403,2	60	6,72
Bomba Mochila (20Ltr)	3	120	360	60	6
Machetes	10	3	30	60	0,5
Tanques (200 lts)	3	5	15	60	0,25
Gavetas (40 Kg)	8	6,42	51,36	60	0,86
OTROS IMPLEMENTOS					
Escopetas	5	200	1000	60	16,67
Utensilios Varios de pesca		100	100	60	1,67
TOTAL			11219,46		143,41

8.5.- GASTOS Y EGRESOS

8.5.1. Gastos operativos

Dentro de estos gastos encontramos la semilla, alevines, fertilizantes, productos fitosanitario y alimento (harina de soya). La siguiente es la proyección de gastos operativos para la duración del proyecto (Tabla 41).

Tabla 41. Proyección de los Gastos Operativos para 5 años.

Años	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	Total
Semilla						
Arroz	1555,2	1632,96	1714,61	1800,34	1890,36	8593,47
Alevines	7425	7796,25	8186,06	8595,37	9025,13	41027,81
TOTAL SEMILLA	8305,2	8720,46	9156,48	9614,31	10095,02	45891,49
Fertilizantes	5799,6	6089,58	6394,06	6713,76	7049,45	32046,45
Fitosanitarios	737,84	774,73	813,47	854,14	896,85	4077,03
Alimento	2280	2394	2513,7	2639,39	2771,35	12598,44
TOTAL	17122,6	17978,8	18877,71	19821,6	20812,68	94613,39

8.5.1.1. Semillas

Arroz: Se prevé la compra de 44. 18 sacos de semilla de arroz (INIAP-11) para dos ciclos de cultivo en el año, a un precio de \$ 35.2 cada uno.

Tilapia: Para los dos ciclos en el año se compraran 49500 juveniles de Tilapia de 50 g cada uno a un precio de \$ 0.15. Se compró esta cantidad debido al el 10 % de mortalidad por transporte (Tacon, 1992).

Los peces serán sembrados al segundo mes del primer ciclo (Abril-Julio) y cosechados al final del segundo ciclo (Agosto-Noviembre).

La proyección de los egresos por compra de semilla de arroz (INIAP-11) y juveniles de tilapia (50 g) para cada uno de los años de la vida del proyecto constan en la tabla 41.

8.5.1.2. Fertilizantes

En la tabla 42. Se muestra el gasto por ha/ciclo para la fertilización de los módulos de cultivos para monocultivo de arroz y cultivo integrado de arroz-tilapia.

Tabla 42. Desglose de fertilizantes para los módulos de policultivo de arroz-tilapia

Fertilizantes	Kg/Ha	Precio USD/Kg	TOTAL
Kg Urea	405.0	0.34	137.70
Kg Manegsamon	45.00	0.28	12.60
Kg Stimufol	5.40	2.00	10.80
US\$/CICLO/Ha			161.10

La proyección de gastos de fertilizantes para cada uno de los años de vida del proyecto, constan en la tabla 41.

8.5.1.3. Fitosanitarios

En la tabla 43 presentamos los productos fitosanitarios que se utilizaran durante la operación de la granja por Ha/ Ciclo.

Tabla 43. Desglose de Productos Fitosanitarios para el policultivo arroz-tilapia

Fitosanitarios	l/Ha	US \$/l	TOTAL
Nominee	0,32	28	8,96
Karate	0,27	16	4,32
Glifosato	1,8	4	7,2
US\$/CICLO/Ha			20,48

La proyección de los egresos por productos fitosanitarios para cada uno de los años de la vida del proyecto consta en la tabla 41.

8.5.1.4.- Alimento

El alimento que se suministrará a los peces es la harina de soya, y la cantidad a suministrar es el 5% de la biomasa, con una frecuencia de alimentación de dos veces por semana. El alimento será suministrado desde el segundo mes del primer ciclo de producción (Abril-Julio), hasta el día de la cosecha. El precio de cada saco de harina de soya (40 Kg) es de 20 dólares.

Tabla 44. Desglose de gasto de alimento (harina de soya)

	Kg/Ha	US \$/Kg	TOTAL
Soya	253.33	0,5	126,70

La proyección de los egresos por compra de alimento para cada uno de los años de la vida del proyecto consta en la tabla 41.

8.5.2. Gasto de mano de obra directa

Dentro de los gastos de mano de obra directa tenemos el pago de jornales al personal que laborará de manera eventual, y que serán responsables de la producción y sus componentes. A continuación se muestra la cantidad de jornales y el precio de cada jornal para diferentes actividades. Cabe recalcar que según la actividad a realizar y la zona, el precio del jornal varía como se detalla en la tabla 45.

Tabla 45. Pago de Jornales al personal/ Ha/ Ciclo.

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL EN
	DE MEDIDA	UNITARIO		DÓLARES
1.- Aplicación de herbicidas				18,25
1.1 Aplicación de Nominee	Jornal*	14,28	0,9	12,85
1.2 Aplicación de Glifosato	Jornal	3	1,8	5,40
2.- Aplicación de fertilizantes				5,40
2.1 Aplicación de Urea	Jornal	1,5	2,7	4,05
2.2 Aplicación de Manegsamo	jornal	1,5	0,9	1,35
3.- Aplicación de Insecticidas				18.00
3.1 Aplic. Stimufol y Karate	jornal	10	1,8	18.00
4.- Siembra				19,50
4.1 Siembra Arroz	jornal	5	0,9	4,50
4.2 Siembra tilapia	jornal	5	3	15.00
5.- Aplicación de Alimento (soya)				0,44
5.1 Aplicación de Alimento (soya)	jornal	1	0,44	0,44
6.- Cosecha				35.00
6.1 Cosecha de Arroz	jornal	5	4	20.00
6.2 Cosecha de Tila pía	jornal	5	3	15.00
TOTAL				81,60

***Jornal:** Es la medida de las tareas o labores que encomiendan dependiendo de la zona jornal es de 4 horas. Hay tareas cuya medida es el jornal aunque no necesariamente se cumplen las 4 horas, por lo que el pago del mismo se lo hace con una fracción del valor del jornal de 4 horas.

Tabla 46. Proyección de los Egresos de Mano de Obra para 5 años.

ITEM/AÑO	1	2	3	4	5	TOTAL
Mano de Obra Directa	2953,46	3101,13	3256,19	3419,00	3589,95	16319,73

8.5.3. Gasto de mano de obra indirecta

Los gastos de mano de obra indirecta se han clasificado de la siguiente manera: preparación de suelo, riego, transporte de insumos, transporte de juveniles, alquiler de cosechadora, transporte de las cosechas (arroz y pescados), envases.

Tabla 47. Proyección de los Gastos de Mano de Obra Indirecta para 5 años.

AÑOS	1	2	3	4	5	TOTAL	%
Preparación del suelo							
Rome-plow	1944	2041,2	2143,26	2250,42	2362,94	10741,83	
Fanguero	1458	1530,9	1607,45	1687,82	1772,21	8056,37	
TOTAL PREPARACION DE SUELO	3402	3572,1	3750,71	3938,24	4135,15	18798,20	21,62
Riego	2160	2268	2381,4	2500,47	2625,49	11935,36	13,72
Transporte de Insumos.	160	168	176,4	185,22	194,481	884,10	1,017
Transporte de Juveniles de tilapia	130	136,5	143,325	150,49	158,02	718,33	0,83
Cosechadora.	7452	7824,6	8215,83	8626,62	9057,95	41177,00	47,35
Transporte de la Cosecha de arroz	894,24	938,95	985,90	1035,19	1086,95	4941,24	5,68
Transporte de la Cosechade pescados.	50	52,5	55,125	57,88	60,78	276,28	0,32
Envases.	1490,4	1564,92	1643,17	1725,32	1811,59	8235,40	9,47
TOTAL	15738,64	16525,57	17351,85	18219,44	19130,42	86965,92	100,00

8.5.3. 1. Preparación del Suelo

En la siguiente tabla se muestra el gasto por Ha/Ciclo para la preparación de los módulos de cultivo.

Tabla 48. Desglose de la preparación del suelo.

Concepto	Ha	Horas	PRECIO (US\$) / h
Rome-Plow	1	3	20.00
Fanguero	1	3	15.00
TOTAL			35.00

La proyección de egresos por preparación del suelo consta en la tabla 47.

8.5.3.2. Riego

El abastecimiento de agua a los módulos de cultivos se lo hará cada semana por medio de una bomba a diesel de 10" x 8", la misma que llena una hectárea en 5 horas y el costo de esta tarea es de US\$ 5, y que corresponde al combustible que se usa para hacer funcionar la bomba.

Proyección de **egresos por combustible** para el tiempo de vida del proyecto, se puede apreciar en la **tabla 47**.

8.5.3.3. Transporte de Insumos

Este gasto concierne a la transportación de todos los insumos adquiridos desde los distribuidores hasta la granja, durante el desarrollo del cultivo, el gasto total por transporte asciende hasta 80 dólares. Dentro de estos insumos encontramos: semilla, fertilizantes, productos fitosanitarios y alimento.

Proyección de egresos por transporte de Insumos para el tiempo de duración del proyecto se observan en la tabla 47.

8.5.3.4. Transporte de Juveniles de Tilapia

El gasto por transportar los juveniles de tilapia es de US\$ 130 por tanque cisterna. La capacidad de un camión cisterna es de 9952 libras, por lo que se necesitará un sólo viaje para transportar 5451.54 libras, que es el peso de los 49500 juveniles de 50 g cada uno, que se necesita para la siembra.

En la tabla 47. Se muestra la proyección de egresos por transporte de juveniles de tilapia para 5 años.

8.5.3.5. Alquiler de Cosechadora

El gasto del alquiler de la maquina cosechadora es de US\$ 2.5 por sacas cosechadas, cada saca tiene un peso de 260 libras. Entonces si la producción promedio, por hectárea es 82.8 sacas, este gasto asciende hasta US\$ 207/ Ha.

La proyección de egresos por alquiler de cosechadora para 5 años del proyecto se aprecia en la tabla 47.

8.5.3.6. Transporte de Cosecha de arroz

El gasto de transporte de cada saca de arroz de 260 libras, desde la granja hasta la piladora es de US\$ 0.30 cada una. Entonces si la producción promedio es de 82.8 sacas, este gasto asciende hasta US\$ 24.84 por hectárea.

La proyección de egresos de Transporte de cosecha de arroz para 5 años de tiempo de vida del proyecto se observan en la tabla 47.

8.5.3.7. Transporte de Cosecha de Peces

Como se estima una producción de 12474.0 libras para las 18 hectáreas de producción de la granja, el gasto de transporte de la cosecha de los pescados enteros desde la granja hacia los mercados municipales más cercanos es de \$US 50.

En la tabla 47. Se muestra la proyección de egresos por transporte de cosecha de pescados enteros, desde la granja hacia los mercados municipales más cercanos, para los 5 años.

8.5.3.8. Envases

Es el gasto por la compra de saquillos para la producción de arroz. El número de saquillos por hectáreas es de 82.8, a un precio de US\$ 0.50 cada uno, por lo que este gasto equivale US\$ 41.4 por hectárea.

En la tabla 47. Se aprecia la proyección de egresos por compra de envases para 5 años del tiempo de vida del proyecto.

8.5.4. Gastos de Administración

Los gastos de administración para el proyecto estarán comprendidos por el pago de salarios de:

- Jefe de Producción (Ing. Agrónomo o Ing. Acuacultor), que se le pagará US\$ **400 por** mes y que estará encargado de la producción, procesos de planeación y administración de la granja. Además **capacitará al personal eventual** sobre producción y técnicas necesarias para el correcto manejo de la misma.

- Cinco Guardias que se le pagará US\$ 150 por mes a cada uno, y serán responsable de cuidar la producción de la granja desde la 6:00 pm hasta 6:00 am del día siguiente. Durante el día la producción es vigilada por el personal eventual que labora en la granja.

Tabla 49. Proyección de egresos de Administración para los 5 años

AÑOS	1	2	3	4	5	TOTAL	%
Jefe de Producción	3200.00	3360.00	3528.00	3704.40	3889.62	17682.00	34.78
Guardias	6000.00	6300.00	6615.00	6945.75	7293.03	33153.80	65.21
TOTAL	9200.00	9660.00	10143.00	10650.15	11182.66	50835.80	100.00

8.5.5 Gasto de Depreciaciones

Se estima la depreciación de los activos fijos del proyecto, la cual alcanza alrededor de US\$ 143.41 mensuales.

Para efectos del flujo de caja y el estado de pérdidas y ganancias, se considera a la depreciación como un gasto del periodo, esto es, se refleja ciclo a ciclo en ambos.

8.6. FLUJO DE CAJA.

El flujo de caja proyectado es el siguiente:

Tabla 50. Flujo Proyectado para 5 años.

	Año 0	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5
ARROZ : PV \$ 21,8 (sacas de 260 libras)						
Tila pía: PV \$ 0.52 (Libra)						
INGRESOS						
Arroz en cáscara (sacas de 260lbs)		\$64.981,44	\$64.981,44	\$64.981,44	\$64.981,44	\$64.981,44
Libras de Tilapía		\$6486,56	\$6.810,89	\$7.151,43	\$7.509,00	\$7.884,45
TOTAL INGRESOS		\$71.468,00	\$71.792,33	\$72.132,87	\$72.490,44	\$72.865,89
INVERSIONES						
Alquiler de terreno	\$21.600,00					
Obra Civil	\$1.099,90					
Maquinarias y Equipos	\$7.959,00					
TOTAL INVERSIONES	\$30.658,90					
EGRESOS						
Gastos Operativos *		\$17122,64	\$17.978,77	\$18.877,71	\$19.821,60	\$20.812,68
Gastos de Administración *		\$9200,00	\$9.660,00	\$10.143,00	\$10.650,15	\$11.182,66
Gastos de Mano de Obra Directa *		\$2953,46	\$3.101,13	\$3.256,19	\$3.419,00	\$3.589,95
Gastos de Mano de Obra Indirecta *		\$15738,64	\$16.525,57	\$17.351,85	\$18.219,44	\$19.130,42
Depreciaciones		\$1.147,28	\$1.147,28	\$1.147,28	\$1.147,28	\$1.147,28
TOTAL EGRESOS		\$46.162,02	\$48.412,76	\$50.776,03	\$53.257,47	\$55.862,98
TOTAL INGRESOS		\$71468,00	\$71792,33	\$72132,87	\$72490,44	\$72865,89
TOTAL EGRESOS		\$46162,02	\$48412,76	\$50776,03	\$53257,47	\$55862,98
UTILIDAD OPERATIVA		\$25.305,98	\$23.379,57	\$21.356,84	\$19.232,97	\$17.002,91
IMPUESTO A LA RENTA (25% anual)		\$6.326,49	\$5.844,89	\$5.339,21	\$4.808,24	\$4.250,73
FLUJO DE CAJA	-\$30.658,90	\$18.979,48	\$17.534,68	\$16.017,63	\$14.424,73	\$12.752,19

8.7 ANÁLISIS VALOR ACTUAL NETO (VAN), TASA INTERNA DE RETORNO

(TIR).

- ❖ El Valor Actual Neto (VAN) calcula el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros (valores negativos) e ingresos (valores positivos). Si n es el número de flujos de caja de la lista de valores, la fórmula de VAN es:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{Valores^i}{(1-tasa)^i}$$

En base a esta ecuación el VAN puede presentar los siguientes resultados:

$$VAN = 0 \quad (VA_{INGRESOS} = VA_{EGRESOS})$$

$$VAN < 0 \quad (VA_{INGRESOS} < VA_{EGRESOS}) \text{ Proy. No Rentable}$$

$$VAN > 0 \quad (VA_{INGRESOS} > VA_{EGRESOS}) \text{ Proy. Rentable}$$

- ❖ El TIR devuelve la tasa interna de retorno de los flujos de caja representados por los números del argumento valores. Estos flujos de caja no tienen por que ser constantes, como es el caso en una anualidad. Sin embargo, los flujos de caja deben ocurrir en intervalos regulares, como meses o años. La tasa interna de retorno equivale a la tasa de interés a la cual el valor actual neto es igual a cero, esto es la tasa de descuento a la cual el proyecto sería apenas rentable. En general se estima que representa la rentabilidad porcentual del proyecto, aunque esto no siempre es así.

La siguiente Tabla 51 presenta los resultados del análisis de rentabilidad para el proyecto, basados en los supuestos usados:

Tabla 51. Análisis de rentabilidad para el proyecto

Tasa de Descuento	12%
Valor Actual Neto	\$40.509,59
Tasa Interna de Retorno	48%
Periodo de Recuperación	2 años

8.8 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADO

El estado de pérdidas y ganancias representa las ventas de la empresa, menos todos los costos del bien vendido y los gastos administrativos y de ventas. Más que una herramienta de análisis financiero de la rentabilidad, representa la utilidad contable que puede obtener la empresa.

El siguiente es el estado de pérdidas y ganancias proyectadas para este proyecto (Tabla 52).

Tabla 52. Estado de Pérdidas y Ganancias proyectado del Proyecto (en US\$)

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
PV de Arroz	PV \$ 21.8	PV \$ 21.8	PV \$ 21.8	PV \$ 21.8	PV \$ 21.8
PV de Tila pía (libra)	PV \$ 0,52	PV \$ 0,52	PV \$ 0,52	PV \$ 0,52	PV \$ 0,52
INGRESOS	\$71.468,00	\$71792,33	\$72132,87	\$72490,44	\$72865,89
(-) Costos	\$17122,64	\$17978,77	\$18877,71	\$19821,60	\$20812,68
Utilidad bruta del Presente ejercicio	\$54.345,36	\$53.813,56	\$53.255,16	\$52.668,84	\$52.053,21
GASTOS					
Gastos de Administración	\$9.200,00	\$9.660,00	\$10.143,00	\$10.650,15	\$11182,66
Gastos de Mano de Obra Directa	\$2.953,46	\$3.101,13	\$3.256,19	\$3.419,00	\$3589,95
Gastos de Mano de Obra Indirecta	\$15.738,64	\$16.525,57	\$17.351,85	\$18.219,44	\$19130,42
Gastos de Alquiler de Terreno	\$4320,00	\$4536,00	\$4762,80	\$5000,94	\$5250,99
Depreciación Acumulada de Bienes	\$1147,28	\$1147,28	\$1147,28	\$1147,28	\$1147,28
TOTAL GASTOS	\$33.359,38	\$34.969,99	\$36.661,12	\$38.436,81	\$40.301,29
Utilidad Neta del Presente Ejercicio	\$20.985,98	\$18.843,57	\$16.594,04	\$14.232,03	\$11.751,93
Impuesto a la Renta (25% ANUAL)	\$5.246,50	\$4.710,89	\$4.148,51	\$3.558,01	\$2.937,98
Utilidad Neta Después de Impuesto	\$15.739,49	\$14.132,68	\$12.445,53	\$10.674,02	\$8.813,94

8.9.- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.

En el presente capítulo presenta el análisis Costo-Beneficio de implementar el policultivo de arroz-tilapia, en la “Hacienda Pechiche”.

En los siguientes análisis se considera una operación comercial en la que intervienen 18 hectáreas de producción, para el policultivo integrado arroz-tilapia.

Los gastos de maquinarias, equipos, obra civil, mano de obra directa y mano de obra indirecta, corresponde al presente año (2006).

8.9.1. Policultivo Integrado arroz-tilapia

En este sistema de cultivo, para la operación comercial planteada se conoce que el precio promedio para la saca de arroz (260 libras), varía en el mercado desde US\$ 18.2 hasta US\$ 24,21, por lo que para el presente análisis se tomó un precio promedio de US\$ 21,8 y el precio promedio para la libra de carne de tilapia es de US\$ 0.52. Se estima que la producción de arroz por hectárea en el cultivo integrado de arroz-tilapia es de 82,8 sacas (260 libras), 20% más que la de un cultivo tradicional sólo arroz.

En cuanto a la tilapia, se estima una supervivencia promedio en cada piscina de 84%. Considerando una densidad de siembra de 2500 peces de 50 g cada uno por hectárea, se espera que 2100 de ellos sean cosechados al final del segundo ciclo de producción en el año. La tasa de interés es el 12%. Se consideró la inflación para el presente análisis.

El análisis financiero está basado en la siguiente información:

- 18 hectáreas de producción.
- 110 días de producción.
- Rendimiento Anual:
 - Arroz: 165.6 sacas (260 libras) por hectárea.
 - Tilapia: 150 g por pescado.
- Equipos y Materiales (ver en la tabla. #2): US\$ 7959.00.
- Costo del alquiler del terreno: US\$ 120 por hectárea.
- Costo de Obra Civil: US\$ 1.099,90.
- Impuesto a la renta por 5 años.
- Duración del proyecto: 5 años.

Variables de Producción:

- Número de hectárea de producción /año: 18
- Rendimiento Anual:
 - Arroz: 2980.8 sacas (260 libras)*
 - Tila pía: 2100 animales con peso promedio de 150 g cada uno.*

- Peso total en libras /año:

Arroz: 775008 libras.

Tila pía: 11701,82 libras.

- Precio:

Arroz: US\$ 21.8 la saca (260 libras).

Tila pía: US\$ 0.52 la libra.

- Tasa de Interés: 12%

8.8.1.1 Capital de Inversión

Entre los gastos de inversiones del proyecto tenemos:

- Obras Civiles: US\$ 1099.90
- Alquiler del Terreno: US\$ 21600 (para los 5 años de proyecto).
- Materiales y equipos: US\$ 7959.0

Los gastos de inversiones se detallan en la tabla 40. del presenté capitulo.

8.8.1.2 Egresos

En la siguiente tabla se muestra los egresos anuales para el tiempo de vida del proyecto.

Estos gastos se pueden observar detalladamente en las tablas 41, 49, 46, 47, 40.

Tabla 53. Proyección de egresos para los 5 años.

EGRESOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	ACUMULADO
Gastos Operativos	17122,64	\$ 17.978,77	\$ 18.877,71	\$ 19.821,60	\$ 20.812,68	\$ 94.613,40
Gastos de Administración	9200	\$ 9.660,00	\$ 10.143,00	\$ 10.650,15	\$ 11.182,66	\$ 50.835,81
Gastos de Mano de Obra Directa	2953,46	\$ 3.101,13	\$ 3.256,19	\$ 3.419,00	\$ 3.589,95	\$ 16.319,73
Gastos de Mano de Obra Indirecta	15738,64	\$ 16.525,57	\$ 17.351,85	\$ 18.219,44	\$ 19.130,42	\$ 86.965,92
Depreciaciones	1147,28	\$ 1.147,28	\$ 1.147,28	\$ 1.147,28	\$ 1.147,28	\$ 5.736,40
TOTAL EGRESOS	\$ 46.162,02	\$ 48.412,76	\$ 50.776,03	\$ 53.257,47	\$ 55.862,98	\$ 254.471,26

Nota: El alquiler del terreno para el primer año es de US\$ 4320 y se paga al final de cada ciclo de producción, y debe ser considerado en los gastos totales.

8.8.1.3 .-Producción Anual y Retorno

El retorno bruto y neto del policultivo integrado arroz-tilapia, se puede apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 54. Retorno Bruto del Arroz.

Producto	US\$/saca	Producción Anual	Retorno Bruto
Arroz	21.80	2980.80	\$64981.44

Tabla #55. Retorno Bruto de la tilapia.

Producto	US\$/libra	Producción Anual	Retorno Bruto
Tila pía	0,52	12474,14	\$6486,55

Tabla #56. Producción, Retorno Neto para el primer año del Policultivo integrado Arroz-tilapia.

PRODUCCIÓN:	
Hectáreas de Producción	18
Ciclos de Producción por año.	2
Sacas (260 libras c/u) por hectárea por año.	165,6
Libras de tilapia por hectarea por año.	693
Total de sacas (260 libras) por año	2980,8
Total de libras de Tila pía por año.	12474
RETORNO (Ingresos):	
Precio promedio de la saca de arroz (260 libras)	\$ 21,80
Precio de la libra de tilapia.	\$ 0,52
TOTAL RETORNO	\$ 71.468,00
GASTOS TOTALES	\$ 50.482,02
RETORNO BRUTO	\$ 20.985,98
IMPUESTO A LA RENTA (25% anual)	\$ 5.246,50
RETORNO NETO	\$ 15.739,49

Tabla 57. Proyección de Producción, Retorno Neto del policultivo de arroz-tilapia, para el tiempo de vida del proyecto.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Acumulado
Total Retorno	\$ 71.46	\$ 71.792,33	\$ 72.132,87	\$ 72.490,44	\$ 72.865,89	\$ 360.750
Gastos Totales	\$ 50.482,02	\$ 52.948,76	\$ 55.538,83	\$ 58.258,41	\$ 61.113,97	\$ 278.341,99
Retorno Bruto.	\$ 20.985,98	\$ 18.843,57	\$ 16.594,04	\$ 14.232,03	\$ 11.751,92	\$ 82.407,54
Impuesto a la Renta (25% anual)	\$ 5.246,50	\$ 4.710,89	\$ 4.148,51	\$ 3.558,01	\$ 2.937,98	\$ 20.601,89
Retorno Neto	\$ 15.739,49	\$ 14.132,68	\$ 12.445,53	\$ 10.674,02	\$ 8.813,94	\$ 61.805,66

Tabla 58. Análisis de Costo Beneficio en (US\$).

Inversión Inicial:	\$ 38.617,90
Tiempo de Vida del Proyecto	2 años
Tasa de Descuento	12%
Retorno Neto del Primer año	\$ 15.739,49
Retorno Acumulado para el tiempo de vida del proyecto	\$ 61.805,66
Valor Actual Neto (VAN)	\$40.509,59
Tasa Interna de Retorno (T.I.R)	48%

CONCLUSIONES

1. El híbrido de tilapia roja (*Oreochromis spp*) y la variedad INIAP-11 de arroz (*Oryza SATIVA 1*; Linneo 1753), resultaron ser especies compatible para un sistema de policultivo integrado.
2. El diseño experimental implementado para la ejecución del policultivo integrado demostró ser funcional para las condiciones de cultivo y manejo del proyecto.
3. El cultivo de arroz se lo realizo de una manera semitecnificada, con siembra directa y la técnica aplicada de “barreta, chuzo o espeque” y facilitó el manejo en cuanto a la aplicación de fertilizantes, control de maleza, y desplazamiento o nado de los peces en el interior de los módulos de cultivo, distribuyéndose en la totalidad de la extensión de los módulos. Evitando con esto el confinamiento de los peces en un solo lugar.
4. Se utilizó el compuesto orgánico “BIOL” como fertilizante para el cultivo durante el primer mes. Posteriormente, se suspendió la aplicación del mismo y a partir del segundo mes de cultivo se complemento la acción del BIOL con el uso de un fertilizante inorgánico (urea) en las cantidades usadas normalmente (0.045 kg/m²/ciclo) en los cultivos tradicionales de arroz de la zona de Daule, parroquia Laurel.

5. En el policultivo no se evidenció presencia de plagas, por lo que no ameritaba el uso de agente plaguicidas de ningún tipo, con esto se corrobora la información de otros ensayos del mismo tipo en otros países como son: Filipinas, Indonesia y Japón, en que los peces juegan un rol importante como agentes biológicos de control de plagas.
6. La temperatura promedio en todos los módulos de cultivo durante el bioensayo fue de 21,98 °C a las 6 A.M. y de 24,52 °C P.M. °C lo que produjo una ganancia promedio en el peso en todos los módulos de 39.34 g.
7. La supervivencia promedio en todos los módulos de cultivo al final del bioensayo fue de 84% la cual se produjo por situaciones que no estuvieron relacionadas directamente con enfermedades, estrés y manejo de las tilapias.
8. El resultado de la integración de los peces con el arroz, en los módulos de policultivo integrado incrementó la producción promedio de arroz en un 20 %, que la de los módulos de control (sólo arroz).

9. La proyecciones económicas para cinco años, realizadas para este proyecto demuestran que la implantación de un sistema de policultivo integrado arroz-tilapia en una granja modelo de la localidad presenta una viabilidad de carácter económico muy significativa en comparación a otros estudios con peces híbridos rojos de tilapia. Así, los índices financieros evaluados incluyen un Valor Actual Neto (VAN) de US\$ 40.509,59 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 48%, superando a la tasa referencial del mercado (12%).

10. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta tesis, se puede concluir que un sistema de policultivo integrado arroz-tilapia es biológicamente y económicamente viable, y puede ser implementado, por pequeños y medianos productores, teniendo en cuenta que el arroz es el cultivo primario. Cumpliendo así con el objetivo general de este proyecto, de brindar una nueva alternativa de producción que participe en la cadena productiva y económica del país.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar este tipo de cultivo en otra zona y así confirmar los datos obtenidos.

- ✓ Se recomienda realizar este tipo de cultivo en otras condiciones climáticas (época lluviosa), implementando nuevos diseños experimentales, otras especies de peces y otras variedades de arroz con el fin de confrontar las diferencias entre los cultivos.

- ✓ Es recomendable la aplicación de nuevos diseños y modelos para la implantación de los módulos de cultivo integrado buscando optimizar la interacción y el manejo para obtener mejores rendimientos.

- ✓ Es de preferencia hacer una buena y completa preparación del suelo, en base a la información de los análisis de suelo.

- ✓ Se recomienda implementar este tipo de cultivo en sistemas tecnificados de producción de arroz orgánico, donde no se usen agentes pesticidas de origen inorgánico, que puedan afectar la salud de los peces.

- ✓ Es recomendable usar otro tipo de alimento suplementario, que tenga mayor incidencia en el crecimiento de los peces, económico y que no encarezcan los costos de producción, para que los productores no se vean afectados por este rubro.

- ✓ Es de preferencia en este sistema de cultivo tener en cuenta un manejo integrado de cultivo (MIC) y Buenas Prácticas de Manejo (BPM), mediante la planificación, el uso racional de insumos y el aprovechamiento del agua.

- ✓ Se recomienda hacer extensionismo de esta clase de sistema de cultivo, con el fin de dar a conocer una nueva alternativa de producción en nuestro país que ayude a mejorar la calidad de vida de pequeños y medianos acuicultores y agricultores, a demás de fomentar la Acuicultura Rural a Pequeña Escala (ARPE) en el país, como lo hacen en Latinoamérica las organizaciones como: FAO-Oficina Regional América Latina y el Caribe, El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural e Instituto de Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) en Colombia, La Dirección Nacional de Acuicultura y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) en Panamá.

- ✓ Se recomienda diversificar el uso del policultivo con otras variedades de semillas de arroz y especies acuáticas, tales como: Chame (*Dormitator latifrons*), Tilapia Negra (*Oreochromis Nilótico*) y camarón de agua dulce (*Macrobrachium*).

ANEXOS

ANEXO I

Resultado del Análisis Físico del Suelo



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE SUELOS - PLANTAS Y AGUAS

FECHA: Julio 15 del 2004 NOMBRE DEL INTERESADO: ESPOL
NOMBRE DE LA HACIENDA: ESPOL NOMBRE DEL REMITENTE: Sr. Roger Arco
FECHA DE MUESTREO: Julio 12 del 2004 INGRESO: _____
LOCALIZACIÓN DEL PREDIO: _____ CANTÓN: Guayaquil PROVINCIA: Guayas

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOS DE SUELOS
PERMEABILIDAD

Número de Laboratorio	Identificación Agricultor	Conductividad hidráulica cmm/hora	Permeabilidad Cm2 (10-10)	Clase
1	2-20-40	0,0003	0,0084	Estremadamente lento
2	3-40-60	0,0056	0,1568	Estremadamente lento

Jefe de Laboratorio

ANEXO I

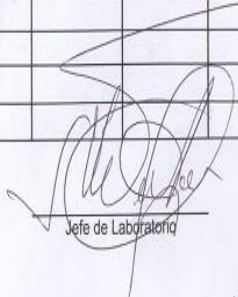


UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE SUELOS - PLANTAS Y AGUAS

FECHA: Marzo 21 del 2005 NOMBRE DEL INTERESADO: ESPOL
 NOMBRE DE LA HACIENDA: _____ NOMBRE DEL REMITENTE: Sr. Roger Arcos
 FECHA DE MUESTREO: Marzo 14 del 2005 INGRESO: _____
 LOCALIZACIÓN DEL PREDIO: Guayaquil CANTÓN: Guayaquil PROVINCIA: Guayas

Número de Laboratorio	Identificación Agricultor	Análisis Físico			Textura	Densidad Aparente	Densidad Real	Color en seco	Color en húmedo
		Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)					
		25	15	60	ARCILLOSO				


Jefe de Laboratorio

Universidad Agraria del Ecuador
Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo Teléfonos: 2439394 - 2439995

ANEXO II

Análisis de Nutrientes del Suelo



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 LABORATORIO DE SUELOS - PLANTAS Y AGUAS

FECHA: Marzo 21 del 2005 NOMBRE DEL INTERESADO: ESPOL
 NOMBRE DE LA HACIENDA: _____ NOMBRE DEL REMITENTE: Sr. Roger Arcos
 FECHA DE MUESTREO: Marzo 14 del 2005 INGRESO: _____
 LOCALIZACION DEL PREDIO: Guayaquil CANTÓN: Guayaquil PROVINCIA: Guayas

ANÁLISIS DE SUELO

Número de Laboratorio	Identificación	pH	mmhos / cm C.E.	M.O. (%)	meq/100g suelo			ppm							
					K	Ca	Mg	N	P	Fe	Cu	Mn	Zn	B	S
		7.4 L AI		2.6	0.26 M	17.2 A	4.8 A	22 B	7 B	102 A	3.2 M	19 A	0.8 B		



 Jefe de Laboratorio

A: alto
 M: medio
 B: bajo

ANEXO III

Análisis de Agua



RESULTADOS DE ANALISIS

Tipo de muestra: AGUA
Análisis solicitado: FISICO - QUIMICO
Empresa: ROGE ARCOS
Fecha de recepción de la muestra: 01-Nov-05
Fecha de envío al laboratorio: 01-Nov-05
Fecha del resultado: 11-Nov-05

Código CM N° 93

PARAMETROS	UNIDAD	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	NITRITO	DUREZA TOTAL
Lago	mg/L	71.4	<0.001	306.4
Integrado 1 I-1	mg/L	131.3	0.048	296.2
Integrado 2 I-2	mg/L	135.1	0.039	230.1
Integrado 3 I-3	mg/L	153.4	0.110	240.1
Integrado 4 I-4	mg/L	123.8	0.118	200.1

Observación:

Dureza total expresados como mg CaCO₃/l
 Nitrito, expresado en mg/l N-NO₂
 Solidos Suspendidos Totales, expresado en mg/L en terminos de peso seco

Bibliografía de Análisis:

Dureza Total, Water Quality and Pond Soil, Boyd y Tucker (1992)
 Solidos Suspendidos Totales, Water Quality and Pond Soil, Boyd y Tucker (1992)
 Nitrito, Boletín Técnico INP (1983)

Atentamente,


 Sonya Mendoza L., M. Sc.
 Gerente General

Nota: Estos análisis se realizaron con el fin de evaluar la calidad del agua con la que se realizaba el riego del arroz, ya que en el transcurso del cultivo el arroz tuvo un retardo en el crecimiento, lo que se pensó era causado por una mala calidad de agua o por la presencia de metales pesados en la misma.




RESULTADO DE ANALISIS

Tipo de muestra: AGUA
Análisis solicitado: FISICO - QUIMICO
Empresa: **ROGER ARCOS GARCIA**
Fecha de recepción de la muestra: 01-Nov-05
Fecha de envío al laboratorio: 15-Nov-05
Fecha del resultado: 16-Nov-05

Código AR No. 79

MUESTRAS	UNIDAD	MAGNESIO	RANGOS
Lago	ppm	17	1350
Integrado (I1)	ppm	28	1350
Integrado (I2)	ppm	31	1350
Integrado (I3)	ppm	27	1350
Integrado (I4)	ppm	26	1350

Atentamente,


 Sonya Mendoza L., M. Sc.
 Gerente General

ANEXO IV

FOTOS DEL BIOENSAYO

CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS DE CULTIVO



Movimiento de tierra y construcción de muros perimetrales



Construcción de muros perimetrales y canal de drenaje



Módulo de cultivo recién construido



Módulos de cultivo recién construidos



Refugios para las tilapias

SIEMBRA DE MÓDULOS DE CULTIVO



Siembra del arroz por “espequeado o chuzo”



Siembra del arroz por “espequeado o chuzo”



Colocación de las semillas de arroz en el suelo

REMOCIÓN MANUAL DE MALEZA



Remoción manual de maleza



Aparición de las plántulas de arroz

APLICACIÓN DE FERTILIZANTE ORGÁNICO



Aplicación foliar del compuesto orgánico en los módulos de cultivo

MUESTREOS DEL PESO PROMEDIO DE LAS TILAPIAS.



Muestreo de las tilapias



Medición de peso de las tilapias



Muestreo de tilapias

INTERACCIÓN DE LAS TILAPIAS CON EL ARROZ



Tila pía dentro de los módulos de arroz

ESTADO DEL ARROZ AL FINAL DEL BIOENSAYO



Módulo de policultivo arroz-tilapia



Módulo de policultivo arroz-tilapia

COSECHA DE ARROZ Y TILAPIAS



Arroz cosechado



Tila pía cosechada



Arroz cosechado

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGRIPAC S.A. Guía para el cultivo de arroz. División Agrícola. 2004
2. ALICORP S.A. 2003. Manual de Crianza de Tilapias. pp. 10-15.
www.alicorp.com.pe.
3. ANDRADE, F., MESTANZA, S., ALCÍVAR, S., PEÑAHERRERA, L., ARIAS, M., ESPINOZA, A., MEDRANO, N., RONQUILLO, S. INIAP-FENEARROZ-GTZ 1998. Manual del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). pp. 39-44, 32-33, 40.
4. AUBURN UNIVERSITY. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. 2002. Introducción al cultivo de peces en arrozales, 2 pp.
5. BLANK, L & TARQUIN, A. 2000. Ingeniería económica. Cuarta edición. Editorial Mc. Graw Hill. 676 pp.
6. CASTILLO, L. 2001, 2003. Tilapia roja una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito. 1pp, 24 – 45 pp.
7. CHAGUAY, Y. 2004. Evaluación del crecimiento, en etapa de precría de tilapia roja (*Oreochromis spp*), utilizando cinco niveles de proteínas en tanques abiertos. Tesis. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 20pp.

8. CHAUDHARY, R.C, NANDA, J.S, TRAN D.V. FAO 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz.. pp. 3.
9. FAO. 2000. Los Pequeños Estanques. /x7156s/.
10. RAMÍREZ, C. y ROJAS, V. 2005. Formulación y evaluación de un proyecto de inversión para la construcción y operación de una granja de tilapias en San Antonio (Playas-Prov. Guayas). Tesis. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 3-11, 12-20, 58pp.
11. RESTREPO, J. 2000 Agricultura Orgánica una teoría y una práctica. Anexo #1 pp. 4-11.
12. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA (SAG), DIRECCIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (DICTA). Honduras, 2003. Manual técnico para el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Para extensionistas y productores. Programa de arroz.. pp. 18, 21-22.
13. SOLLA. 2000. Aguas Cálidas. Pp. 9-11, 15, 41.
14. STICKNEY R. R. 1994. Principles of Aquaculture. Pp.-318. 1994.
15. VELARDE, M. 2004. Análisis preliminar de costo-beneficio de la maricultura de la Jaiba. Folleto de Consulta. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 3-15.

Direcciones de Internet

Revisado en Mayo 15 del 2004

URL: http://www.red-arpe.cl/document/doc_02.htm

Revisado en Diciembre 3 del 2005

URL: <http://www.caterpillar.com>

Revisado en Diciembre 3 del 2005

URL: <http://www.case.com>

Revisado en Diciembre 30 del 2005

URL: <http://www.biología.edu.ar>

Revisado en Agosto 18 del 2006

URL: www.fao.org

Revisado en Agosto 25 del 2006

URL: <http://www.univalle.edu.co/%7Eaupec/AUPEC/tilapia.html>

Revisado en Agosto 26 del 2006

URL: <http://www.geocities.com/ciclidlos/articulos/tilapias.htm>