

POLICULTIVO PILOTO INTEGRADO ARROZ-TILAPÍA

Roger Arcos García¹, Juan Güingla Vidal², Marcos Álvarez Gálvez³

¹Ingeniero en Acuicultura 2006

²Ingeniero en Acuicultura 2006

³Director de Tópico. Biólogo, especialidad marina, Universidad de Guayaquil, 1975, Postgrado en USA, Auburn University 1981, Profesor de ESPOL desde 1985.

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 económicamente y biológicamente viable.

Para la infraestructura del bioensayo se utilizó un diseño experimental que 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 arrocera mediana de 18 Ha, demostró ser factible, obteniéndose una TIR de 48%, cuatro veces más que la tasa referencial que es de 12%, un valor actual neto (VAN) de \$40.509,50 y un periodo de recuperación de la inversión inicial (\$30.658,90) de dos años.

ABSTRACT

The project determined the integration between red hybrid tilapia (*Oreochromis spp*; FAO 1979) and the variety INIAP-11 of seed rice (*Oryza SATIVA l*; Linneo 1753), which is economically and biologically viable.

It was used an experimental design for the nonflying structure of the bioessay, which was implanted in the area of Centro de Enseñanza Agropecuaria (CENAE).

The rice culture was developed by one semitechnified way, where the use of inorganic fertilizers was reduced to maximum and without any type of pesticides use. The tilapia farming was developed in an extensive system of culture with the use of soybean meal as supplementary feed.

At the end. It was determined on the bioessay that rice-fish culture increased the production of rice in 20% more than rice culture alone. Based on the economic projections, to implant a rice-fish culture system in a average rice farm is feasible, which was demonstrated by financial indicators, to get the Income Rate (I.R) of 48%,

the Net Instant Value (NIV) of \$40.509,50 and the recovery time for the initial investment is two years Benefits-cost Analysis B/C.

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.

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 siembra 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).

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES.

1.1 HÍBRIDO DE TILA PÍA ROJA (*OREOCHROMIS SP*; *FAO 1979*)

1.1.1 Taxonomía de la tilapia

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:

CLASE: Teleostei.

SUBCLASE: Actinopterygii.

ORDEN: Perciformes.

SUBORDEN: Percoidei.

FAMILIA: Cichliade.

GENERO: *Oreochromis Niloticus*.

Nombre Común: Tilapia híbrida roja.

“(tomado de Morales, 1991)”

1.2 .- ARROZ (Oryza Sativa L; Linneo 1753).

1.2.1. Clasificación Taxonómica

El arroz es una fanerógama; tipo espermatofita, subtipo angiospermas

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)”

2. INGENIERIA DEL PROYECTO

2.1 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.

2.1.1. Modulo de Arroz

Cada módulo de arroz contaba con un área de 100 m² (10m x 10 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.

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.

2.1.2. Módulo Arroz-Tilapia

Los módulo de arroz-tilapia al igual que los de arroz, contaban con la misma características de área (100 m²) 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 m³ 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 era de: durante los muestreos era de 10 m³ por módulo de cultivo y al final del ciclo de producción en la fase de pesca el volumen a evacuar era de 14 m³ por piscina.

Se dimensionó el canal de drenaje tomando en cuenta el volumen máximo de agua a evacuar por piscina (14 m³) 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 1.71 Ha

3. DESARROLLO DEL BIOENSAYO

3.1 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 transportaban 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" o "chuzo", 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 35 hileras que contenían 59 agujeros por hilera. En los controles se sembró un promedio de 42 hileras, que contenían 47 agujeros por hilera.

3.2 SIEMBRA MÓDULO ARROZ-TILAPIA.

El proceso de transferencia se realizó los 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 trasferencia 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 trasferencia se completaron 25 peces en cada módulo.

3.3 CULTIVO DE ARROZ.

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.

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 de este compuesto se realizo por aspersión directamente al follaje (foliar) 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.

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 complementario al BIOL 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 (m2)	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.

Esto 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.

3.4 CULTIVO EXTENSIVO DE TILAPÍA.

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. ensayo correspondiente al 5% de la biomasa (que se obtiene en los muestreos) este porcentaje es superior al recomendado.

Tabla 17. Factor de Conversión Alimenticia en los módulos de policultivo integrado.

	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 trasferidos 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.

3.5 COSECHA

3.5.1 Cosecha de arroz

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)”

3.5.2 Cosecha Tila pía.

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)”

4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

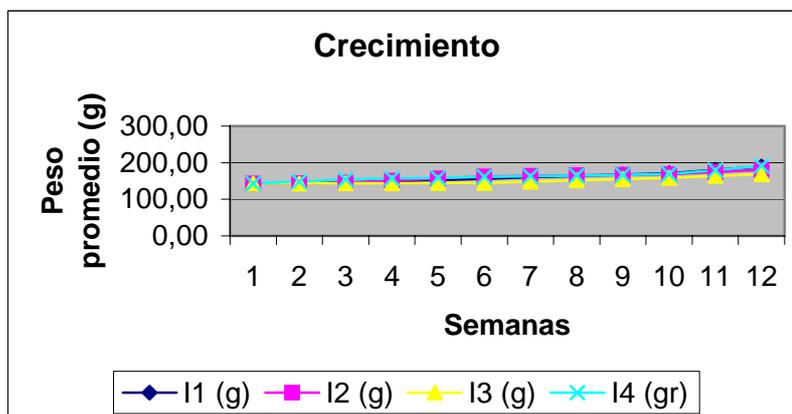
Para la evaluación de resultados, se considero:

- **Arroz:** sólo se consideró la producción final, la cual fue estimada en libras de arroz cosechadas por módulos, al final del bioensayo.
- **Tilapia:** se consideró el crecimiento en función del peso promedio, la supervivencia, y la razón de conversión alimenticia 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 para cada pez representaba un alto grado de manipuleo y estrés adicional al ya provocado por la estimación del peso promedio y además en este ensayo se consideró como parámetro más importante al peso, independientemente de la longitud.

4.1. ELABORACIÓN DE CURVAS DE CRECIMIENTO DE LA TILAPIA.

Las curvas de crecimiento en los módulos integrado se las realizó en función del peso promedio de cada uno, obtenidos en los muestreos del bioensayo. Los mayores crecimientos se dieron en los integrados I-1, I-4 e I-2 y los mínimos se dieron en I-3.

Figura 8. Curvas de Crecimiento



“(tomado de la investigación realizada, 2005)”

En la Tabla # se presenta los resultados de peso promedio, supervivencia y factor de conversión alimenticia al final del bioensayo en 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)”

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

La producción promedio final de arroz en los módulos de control (sólo arroz) es de 50 lb. y en los módulos de policultivo integrando es 60 lb. Relacionando ambas producciones final de arroz, podemos apreciar que el rendimiento de arroz en los módulos de policultivo integrado supero en un 20 % al rendimiento de arroz en los módulos de control. A pesar de que el área destinada para el cultivo de arroz en los integrados era menor (90 m²/ módulo), comparada al área destinada para el cultivo de arroz en los módulos de control (100 m²/módulos). Como se muestra en la tabla

5. PROYECCIÓN ECONÓMICA

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

Cantón: Daule
Parroquia: Laurel
Área de producción: 18 Ha
Producción promedio: 69 sacas (260 lb.)/Ha
Ciclos anuales: 2 ciclos
Propietario: Ing. Kléber Mora

5.1.- DEFINICIÓN DEL MERCADO META.

El mercado objetivo de el 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.

5.2.- 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.*

5.3. FLUJO DE CAJA.

El flujo de caja proyectado es el siguiente:

Tabla 50. Flujo Proyectado para 5 años.

	CICLO 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

La siguiente Tabla #. 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	5 años

CONCLUSIONES

1. El híbrido de tilapia roja (*Oreochromis sp*; FAO 1979) y la variedad INIAP-11 de arroz (*Oryza SATIVA* L; Linneo 1753), resultaron ser especies compatibles 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 realizó 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 donde se suspendió la aplicación del mismo y a partir del segundo mes de cultivo se complementó la acción del BIOL con el uso de un fertilizante inorgánico, como lo es la urea, en las cantidades usadas normalmente ($0.045 \text{ kg/m}^2/\text{ciclo}$) 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 $21,98 \text{ }^\circ\text{C}$ a las 6 A.M. y de $24,52 \text{ }^\circ\text{C}$ P.M. $^\circ\text{C}$ 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. Las proyecciones económicas para cinco años, realizadas para este proyecto demuestran que la implantación de un sistema de policultivo integrado arroz-tilapia en la granja modelo escogida (Hacienda “Pechiche”), la cual tiene una extensión de 18 Ha, ubicada en el cantón Daule, parroquia Laurel, resultó ser económicamente viable con un Valor Actual Neto (VAN) de US\$ 28069.95 y

una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 43%, 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGRIPAC S.A. Guía para el cultivo de arroz. División Agrícola.
2. ALICORP S.A. 2003. Manual de Crianza de Tilapias. 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.).
4. AUBURN UNIVERSITY. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. 2002. Introducción al cultivo de peces en arrozales.
5. BLANK, L & TARQUIN, A. 2000. Ingeniería económica. Cuarta edición. Editorial Mc. Graw Hill. 676
6. CASTILLO, L. 2001, 2003. Tilapia roja una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito.
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.
8. CHAUDHARY, R.C, NANDA, J.S, TRAN D.V. FAO 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz.
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.
11. RESTREPO, J. 2000 Agricultura Orgánica una teoría y una práctica. Anexo #1 p

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.
13. SOLLA. 2000. Aguas Cálidas..
14. STICKNEY R. R. 1994. Principles of Aquaculture..
15. VELARDE, M. 2004. Análisis preliminar de costo-beneficio de la maricultura de la Jaiba. Folleto de Consulta. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

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>

