

Policultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en agua salada en el sur de Honduras

**Diego Alejandro Reyes Castillo
Junior Alexander Ordoñez Miranda**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Policultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua salada en el sur de Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Diego Alejandro Reyes Castillo
Junior Alexander Ordoñez Miranda**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2014

Policultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua salada en el sur de Honduras

Presentado por:

Diego Alejandro Reyes Castillo
Junior Alexander Ordoñez Miranda

Aprobado:

Patricio E. Paz, Ph.D.
Asesor Principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Policultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua salada en el sur de Honduras

Diego Alejandro Reyes Castillo y Junior Alexander Ordoñez Miranda

Resumen: El sector camaronero de Honduras ha presentado un buen crecimiento en los últimos años, pasando de 38 millones de libras en el año 2011 a 60 millones de libras en el año 2013. El camarón habita y se mantiene en el fondo de las lagunas permitiendo el aprovechamiento del resto de la columna de agua con otras especies acuícolas comerciales. Los objetivos del estudio fueron evaluar el rendimiento del camarón en policultivo con tilapia versus el camarón en monocultivo e integrar el cultivo de la tilapia en fincas camaroneras con alta salinidad en el agua. Se utilizaron 6 unidades experimentales (lagunas) de 100m × 190m y 1.4 m de profundidad, se utilizó camarón *Litopenaeus vanammei* y tilapia roja *Oreochromis sp.* Se hicieron 3 repeticiones de cada uno de los sistemas de producción (Policultivo y Monocultivo) con densidades de 8 camarones/m² y 0.3 tilapias/m² la misma densidad de camarón para monocultivo. Se alimentó solamente el camarón. El diseño experimental utilizado fue un diseño completo al azar con medidas repetidas en el tiempo. SNK o DUNCAN para separar medias en efectos principales y LSMEANS para separar las medias cuando existieron interacciones. La variable estadísticamente analizada fue ganancia de peso del camarón para cada tratamiento. Y el resto de variables como: parámetros físico químicos del agua y patología se analizaron descriptivamente. Los resultados obtenidos mediante este estudio muestran que la presencia de tilapia en las lagunas no afecta el rendimiento del camarón y que se puede producir tilapias en aguas con salinidad que supera los 50 ppt.

Palabras clave: Camarón, monocultivo, policultivo, tilapia roja.

Abstract: The shrimp zone of Honduras has presented a gradual growth during the last years. It changed from a production of 38 million pounds in 2011, to 60 million pounds in 2013. Shrimps live in the bottom of the lagoons permitting the use of the rest of the water column for the commercial exploitation of other aquaculture species. The objectives of the study were to evaluate the performance of the shrimp in a polyculture with tilapia versus the shrimp in a monoculture. With these results the goal is to integrate the cultivation of tilapia in farms with high levels of water salinity. Six experimental unities (lagoons) were used in measurements of 100m × 190m and 1.4 m deep. The shrimp *Litopenaeus vanammei* and red tilapia *Oreochromis sp.* were the two species that were used. Three repetitions were made in each one of the production systems (polyculture and monoculture) with a density of 8 shrimps /m² and 0.3 tilapias/m², the same density was used for the monoculture of shrimp. The experimental design that was used came from a completely randomized design with repeated measurements over time. SNK and DUNCAN to separate means in main effects and LSMEANS to separate means were interactions existed. The variable statically analyzed was the gain of weight of shrimp for each treatment. The rest of the variables: physicochemical parameters of water and pathology were analyzed descriptively. The results obtained through the study demonstrate that the presence of tilapia doesn't affects the yield of shrimp and that tilapia can be produced in waters with salinities levels over 50 ppt.

Keywords: Monoculture, polyculture, red tilapia, shrimp.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
Contenido	v
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA.....	16
7. ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Monitoreo de calidad de agua en policultivo y monocultivo, método o equipo utilizado y frecuencia de medición durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.....	5
2. Aplicaciones de cal por laguna durante los meses de enero a mayo, cantidad aplicada y tamaño de las lagunas en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras. ...	6
3. Ganancia de peso en camarón de monocultivo y policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.....	8
4. Valores de Temperatura y Oxígeno en Monocultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.....	9
5. Valores de Temperatura y Oxígeno en Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras..	9
6. Valores de pH durante todo el ciclo en Época seca (Enero-Mayo) en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.....	10
7. Datos de turbidez medidos con disco secchi durante la época seca (Enero – Mayo) en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.	10
8. Valores de la concentración de salinidad (ppt) en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.	11
9. Crecimiento de la tilapia en policultivo con camarón durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.	13
Figuras	
1. Salinidad (ppt) en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.....	12
Anexos	
1. Ganancia de peso en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras	19
2. Análisis patológicos en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras..	20

1. INTRODUCCIÓN

Acuicultura es uno de los rubros más importantes de la economía de Honduras por su aporte de divisas y generación de empleos (FAO 2005). Los inicios del cultivo de camarón en Honduras se dieron en la década de los 70 en la zona del Golfo de Fonseca, cuando se llevaron a cabo experimentos con las especies de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y azul (*Litopenaeus stylirostris*) pero el cultivo de camarón inició como una industria establecida hasta el año 1980 (FAO 2002). El sector camaronero de Honduras ha presentado un buen crecimiento en los últimos años, pasando de 38 millones de libras en el año 2011 a 60 millones de libras en el año 2013 (Central America Data 2013).

En Honduras, la producción de especies acuícolas en agua dulce se inició en el año 1936 con la introducción de especies de cultivo provenientes de Guatemala, pero fue hasta 1954 cuando se instaló el primer proyecto de acuicultura. (FAO 2005) La primera especie de tilapia introducida en Honduras fue la tilapia de Java (*Oreochromis mossambicus*), posteriormente en el año 1977 mediante otro proyecto se introdujo la especie de tilapia más importante a nivel mundial, la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) (FAO 2005).

El sector acuícola es uno de los sectores con mayor crecimiento de producción de alimentos de origen animal a nivel mundial, se espera que dentro de los próximos diez años supere a la producción de carnes de otro origen como aves, vacuno y porcino. Los pescados y mariscos se encuentran entre los productos para alimentación humana más comercializados en el mundo y se espera que esta tendencia continúe en alza, favoreciendo a países en vías de desarrollo como Honduras, donde representan la mayor parte de las exportaciones (FAO 2012).

Se ha demostrado que la producción de camarón es altamente rentable pero muy susceptible a enfermedades e infecciones lo cual lo convierte en una industria de alto riesgo. Enfermedades como la Mancha Blanca (WSSV por sus siglas en inglés) y el Síndrome de Mortalidad Temprana (AHPNS, por sus siglas en inglés) han provocado grandes pérdidas económicas de camaroneras en todo el mundo (Aquaculture Production Technology Ltd. 2006). La camaronicultura en la zona sur de Honduras en su mayoría continúa basada en sistemas de producción semi-intensivos y básicamente consta de lagunas de gran extensión y poca profundidad con muy poco recambio de agua. El camarón habita y se mantiene en el fondo de las lagunas permitiendo el aprovechamiento del resto de la columna de agua con otras especies acuícolas comerciales (Aquaculture Production Technology Ltd. 2006).

Se propuso una rotación o policultivo de camarón con tilapia con el objetivo de dar un mayor aprovechamiento de las lagunas de camarón, produciendo mayores utilidades a

través de la producción de una especie secundaria y aprovechando algunos beneficios del policultivo como lo es contrarrestar enfermedades e infecciones que se pueden presentar a lo largo del ciclo de cultivo de camarón (Aquaculture Production Technology Ltd. 2006). Se ha demostrado anteriormente que el engorde de tilapia en policultivo con camarón y buenas condiciones de calidad de agua, mejora el rendimiento del camarón. La rotación del cultivo de tilapia y camarón son una práctica esencial en la lucha contra epidemias virales tales como WSSV. (Aquaculture Production Technology Ltd. 2006). Para efecto de este ensayo se fijaron los siguientes objetivos:

1. Evaluar el rendimiento de camarón en policultivo con tilapia versus camarón en monocultivo.
2. Integrar el cultivo de tilapia en una finca camaronera con una alta salinidad del agua.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El ensayo se llevó a cabo en la finca camaronera comercial “Estanques Marinos S.A (EMAR)” ubicada en el sur de Honduras, aldea San Bernardo, municipio de El Triunfo, ciudad de Choluteca. Esta finca se dedica a la producción y exportación de camarón y consta de 24 lagunas con un espejo de agua de 234 Ha. La camaronera se abastece de agua del estero San Bernardo donde las salinidades fluctúan desde 10,000 hasta 70,000 ppm dependiendo de la época del año. La temperatura promedio anual es de 30° C con épocas lluviosas y secas bien marcadas. La época seca comprende desde noviembre hasta abril y la lluviosa de mayo hasta octubre (Muñoz 2013).

Unidades experimentales. Se utilizaron seis lagunas excavadas en el suelo de 100 m × 190 m con una profundidad promedio de 1.4 m. Cada una de las lagunas cuenta con una compuerta de entrada para el abastecimiento de agua al momento del llenado y los recambios de agua, y una compuerta de salida para la cosecha y los drenajes durante el ciclo. Los estanques fueron seleccionados al azar, definiendo los tres estanques que serían sembrados en monocultivo de camarón y los tres estanques que serían sembrados en policultivo con tilapia roja nilotica. En ambos casos la densidad de los camarones fue de 8 camarones/m² y en policultivo se sembró tilapia a una densidad de 0.3 tilapias/m².

Descripción de especies. Se utilizó postlarva de camarón peneido (*Litopenaeus vannamei*) del laboratorio Larvicultura del Pacífico LARVIPAC ubicado en Amapala, Valle, Golfo de Fonseca. La postlarva de camarón se sembró mediante siembra directa en estadio PL16. El transporte de la postlarva se hizo en tanques debidamente oxigenados para asegurar una buena sobrevivencia de la postlarva. El transporte y siembra se hizo en horas de la madrugada para aprovechar una temperatura menor del agua para reducir el estrés de la siembra en las post-larvas y hacer más fácil la aclimatización.

La tilapia utilizada en este ensayo es una variedad roja de tilapia del Nilo (*Oreochromis sp*) resistente al agua salada elaborada por el Grupo Granjas Marinas. La variedad utilizada ha sido denominada “Sea Farms” ya que es una patente genética. Su reproducción se lleva a cabo en agua dulce pero puede aclimatarse para crecer en ambientes salobres. La variedad es un cruce entre cuatro líneas, tilapia gris de esteros locales, tilapia del Nilo egipcia pura, tilapia azul y roja nilotica hondureña. Esta es una especie nueva la cual fue creada en Honduras haciendo investigaciones y cruces entre las líneas mencionadas anteriormente, logrando así una tilapia que tolera hasta 70,000 ppm de salinidad. (Cruz 2014).

La tilapia fue sembrada cuatro días después de sembrado el camarón mediante una siembra directa en horas de la mañana, se aclimató por aproximadamente 25 minutos, proceso que sirve para igualar la temperatura del agua en las lagunas con la temperatura del medio en el que se transportó los alevines y de igual forma igualar la salinidad agregando parcialmente agua de la laguna para mezclar con el agua del medio y luego se liberaron en cada una de las lagunas en policultivo. El peso de los alevines utilizados osciló entre 0.3 y 0.5 g.

Alimentación. Se alimentó solo el camarón, la tilapia aprovechó la producción natural de las lagunas, las cuales fueron fertilizadas para aumentar el crecimiento del fitoplancton. La tilapia aprovechó también los residuos del concentrado del camarón, el detrito y zooplancton.

El camarón se alimentó los primeros días con alimento de pre inicio Aquaexcel[®] de ALCON S.A., pasando a alimento crumble de la compañía ALCON S.A., pasando posteriormente a alimento de la compañía DIAMASA con porcentajes de proteína de 35 % y terminando con 25 %. Esta secuencia de alimentos para el cultivo fue determinado por los técnicos de finca. El alimento se ofreció en dos raciones diarias (am y pm). Se alimentó al voleo utilizando 2 testigos por hectárea, en el testigo se ofreció 200 g por ración y de acuerdo al consumo en estos testigos se calculaba la ración del siguiente día.

Muestreo de crecimiento. En camarón se inició el día 24 del cultivo debido a que el tamaño del animal no permitía ser capturado con atarraya, y luego se prosiguió cada siete días. El procedimiento consiste en hacer captura de camarón en diferentes puntos de una laguna, seleccionando 50 animales completamente al azar, se depositan en una bolsa plástica previamente pesada y se registra el peso con ayuda de una balanza digital. El peso total de la muestra se divide entre el número de animales, obteniendo un peso promedio y así poder calcular la ganancia de peso promedio por laguna.

El crecimiento de la tilapia se comenzó a monitorear desde el día 27 del cultivo. La frecuencia de los muestreos para tilapia fue menor para evitar causar estrés a los animales. El procedimiento de monitoreo para tilapia fue similar al del camarón, usando una atarraya para capturar la tilapia y luego pesando el total de la captura y dividiendo el resultado entre el número de animales capturados para evaluar el crecimiento y calcular la ganancia de peso diaria.

Fertilización. Los estanques se fertilizaron una vez durante todo el ciclo, basado en un análisis de agua hecho por la compañía DISAGRO[®] el cual consistió en un conteo de plancton (cianofitas, clorofitas, diatomeas, dinoflagelados, zooplancton). Los fertilizantes usados fueron Fertiplus[®] y Silicaplus[®].

Monitoreo de calidad de agua. La temperatura y oxígeno disuelto fueron monitoreados por laguna 2 veces por día (am y pm) con ayuda de un oxigenómetro YSI Pro20. El punto de muestreo fue la parte de la laguna más alejada de la compuerta de entrada de agua, para esto se fijó la compuerta de salida o drenaje como punto de muestreo. Otros parámetros que fueron monitoreados fueron el pH, turbidez, salinidad, olor, color, amonio, amoniaco, nitrato, fosfatos, silicatos y tipos de alga. El pH se midió con un potenciómetro HANNA pHep® La turbidez se midió con un disco Secchi, y basados en esta información y la de oxígeno disuelto, se determinó la frecuencia de los recambios de agua necesarios y el porcentaje del volumen de cada laguna a ser recambiado. La salinidad se midió con ayuda de un salinómetro Hand Held Refractometer. El resto de los parámetros fueron analizados por la compañía DISAGRO en sus laboratorios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros monitoreados de calidad de agua en policultivo y monocultivo, método o equipo utilizado y frecuencia de medición durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Parámetro	Método o equipo	Frecuencia
Oxígeno disuelto	Oxigeno metro YSI Pro20	Diaria (a.m. y p.m.)
Temperatura	Oxigenómetro YSI Pro20	Diaria (a.m. y p.m.)
Turbidez	Disco Secchi	Sin frecuencia
pH	Potenciómetro HANNA pHep	Sin frecuencia
Salinidad	Refractómetro Hand Held	Sin frecuencia

Análisis patológico. El análisis patológico fue realizado por separado para cada una de las lagunas con el objetivo de cumplir con los requisitos de sanidad de la empresa y comparar las diferencias entre las laguna del policultivo como las lagunas del monocultivo. Se hicieron análisis en finca y análisis en laboratorio para determinar los brotes de enfermedades y llevar un control sanitario y patológico de los animales en cada una de las repeticiones de cada tratamiento.

El análisis patológico se realizó solo al camarón. Se hicieron cinco análisis de patología durante todo el ciclo para darle seguimiento al estado de los intestinos, branquias y hepatopáncreas. Estos análisis sirven para documentar la presencia de causantes de Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), Vibriosis (*Vibrio harveyi*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*) y otras enfermedades como el Síndrome de Necrosis Hepatopancreatica Aguda (AHPNS) conocido también como Síndrome de la Mortalidad Temprana (EMS). Uno de los principales motivos para hacer policultivo se basa en aprovechar los beneficios de la tilapia, como la reducción de la incidencia de enfermedades.

Aplicaciones de cal (Ca(OH)₂). Se hicieron tres aplicaciones de Calciomar[®] (hidróxido de calcio) por laguna para cada uno de los sistemas de producción (policultivo y monocultivo). Con el fin de mantener la población de bacterias en un rango que no afecte negativamente el rendimiento de nuestras especies en producción y para mantener los niveles de pH dentro de los rangos óptimos. La aplicación de cal se hizo mezclando la cal con agua y esparciendo la misma al voleo en el área total de la laguna (Cuadro 3).

Cuadro 2. Aplicaciones de cal por laguna durante los meses de enero a mayo, cantidad aplicada y tamaño de las lagunas en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Laguna	Etapa de aplicación				Cantidad lb	Cantidad lb	Cantidad lb	Cantidad lb	Tamaño Ha
	Días	Días	Días	Días					
9 M	19	25	33	-	110	275	185	-	1.9
10 M	19	25	33	56	110	275	385	440	1.9
11 M	19	25	33	93	110	285	375	220	1.9
12 P	19	50	55	-	110	385	440	-	1.9
13 P	19	50	-	-	110	385	-	-	1.9
14 P	19	50	55	-	110	385	440	-	1.9

M = Monocultivo P = Policultivo

Diseño Experimental. Se utilizó un diseño completo al azar con medidas repetidas en el tiempo. SNK o DUNCAN para separar medias en efectos principales y LSMEANS para separar las medias cuando existieron interacciones. Se utilizó el SAS (2013) versión 9.1 como sistema de análisis estadístico y se exigió un nivel de probabilidad de 0.05. Las variables de calidad de agua se analizaron con técnicas de estadística descriptiva. Unidades experimentales fueron seis, cada una de las lagunas y dos tratamientos. Las variables medidas fueron oxígeno disuelto, pH, salinidad, turbidez, temperatura y ganancia de peso.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ganancia de peso del camarón. Al día de cosecha (día 129) no se observó diferencias significativas ($P \geq 0.05$). A lo largo de todos los muestreos solo se reportó diferencia significativa en el penúltimo muestro (15), donde se observó una diferencia significativa ($P \leq 0.05$). El cuadro 3 muestra datos del crecimiento para cada sistema de producción. La ganancia diaria de peso en monocultivo fue de 0.138g y en policultivo de 0.136g. Teichert Coddington y Rodriguez en 1995 obtuvieron ganancias diarias de peso en camarón (*Litopenaeus vannamei*) en la misma zona y en la misma época de 0.155g. (Rodriguez, 1995)

En el muestreo 15 el camarón del policultivo creció 0.8g/semana y en el monocultivo el crecimiento fue de 1.18g/semana mostrando así una diferencia significativa. No obstante para el siguiente muestreo el camarón del policultivo creció 1.2g/semana y el del monocultivo creció 0.25g/semana, por lo tanto para el muestreo final (16) la diferencia en peso no represento una diferencia significativa. En las fincas de esta zona se esperan crecimientos semanales de 0.5 – 2.0g (Rodriguez, 1995). (Jarrin, 2002) reporto ganancias semanales de 0.51g.

Cuadro 3. Ganancia de peso en camarón de monocultivo y policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Días	Tratamientos		Probabilidad
	Monocultivo	Policultivo	
24	1.69	1.57	0.7609
31	2.74	3.03	0.4578
38	4.14	3.92	0.5715
45	5.14	5.03	0.7933
52	6.28	5.66	0.1215
59	7.31	6.89	0.2852
66	8.82	8.3	0.1848
73	10.48	10.1	0.3454
80	10.89	10.4	0.2868
87	11.81	11.6	0.6064
94	13.37	13.0	0.3204
101	14.35	14.0	0.3992
108	15.31	14.5	0.0555
115	16.31	15.6	0.0742
122	17.49	16.4	0.0077*
129	17.74	17.6	0.6851

*Diferencia significativa con una probabilidad ($P \leq 0.05$)

ML (Monocultivo) = peso en gramos

PL (Policultivo) = peso en gramos

Temperatura y Oxígeno. La temperatura promedio fue de 30.1°C para monocultivo y 30.2°C para policultivo. Y los datos promedio de oxígeno fueron 5.6mg/L y 5.0mg/L respectivamente. El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) crece mejor a temperaturas que fluctúan entre 25° y 32°C. La mejor condición para crecimiento adecuado es la de saturación 5mg/L (Boyd, 2003). Se compararon los datos de calidad de agua de las lagunas en policultivo y de las lagunas con monocultivo, los datos fueron muy similares debido a que se utilizó agua de la misma fuente y las condiciones ambientales iguales. (Cuadro 4 y 5).

Cantor (2007) establece que la temperatura ideal para el crecimiento óptimo de esta especie de tilapia oscila entre 28 – 32°C con una variación de 5°C y soportan concentraciones de oxígeno muy bajas, su requerimiento mínimo es de 1 mg/L. los resultados obtenidos de este estudio demuestran que los parámetros de temperatura y oxígeno se mantuvieron dentro de lo óptimo para la producción de tilapia, los datos promedio de temperatura y oxígeno fueron 30.2°C y 5.0mg/L respectivamente.

Cuadro 4. Valores de Temperatura y Oxígeno en Monocultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Valor	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
Mínimo	25.3	0.2
Máximo	35.3	20.4
Promedio	30.1	5.6

Numero de muestras = 798

Cuadro 5. Valores de Temperatura y Oxígeno en Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Valor	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
Mínimo	25.0	0.2
Máximo	35.6	16.1
Promedio	30.2	5.0

Numero de muestras = 798

pH. El rango óptimo para el crecimiento del camarón está entre 6-9, fuera de este rango el crecimiento sería lento (Boyd, 2003). Los resultados de este estudio demuestran que se mantuvo dentro de los rangos óptimos de pH para el buen crecimiento del camarón, el valor promedio a lo largo del ciclo (Enero-Mayo, Época seca) fue de 8.6 para cada uno de los sistemas de producción (Policultivo y Monocultivo).

El rango optimo en peces se encuentra entre 6.5-9, permitiendo la producción de mucus en la piel de manera normal, valores fuera del rango optimo causan retrasos en la reproducción, inapetencia, letargia y disminución del crecimiento (Cantor, 2007). El dato promedio para las lagunas que contenían peces fue 8.6, dato que se encuentra dentro del rango óptimo para la producción de tilapia.

Los datos del estudio, valores promedio, máximos y mínimos se encuentran dentro del rango ideal para la producción de camarón y tilapia, la tendencia de la temperatura y oxígeno fue la misma en ambos sistemas de producción (Monocultivo y Policultivo) debido a que se abastecen de la misma agua y están en el mismo ambiente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores de pH durante todo el ciclo en Época seca (Enero-Mayo) en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Valor	Policultivo	Monocultivo
Mínimo	8.3	8.3
Máximo	9.7	9.1
Promedio	8.6	8.6

Numero de muestras = 57

Turbidez. Para producción de camarón las mejores condiciones de turbidez se obtienen cuando las lecturas del disco secchi fluctúan entre 30 – 45cm de profundidad. (Boyd, 2003) De los datos de nuestro estudio se puede concluir que en promedio se estuvo dentro de este rango considerado óptimo. (Cuadro 7) El número de muestras tomadas fueron 108 para cada sistema de producción encontrando 14 lecturas fuera del rango en monocultivo, 13 de ellas sobre el rango y solamente 1 debajo del rango óptimo. Para policultivo también se hicieron 108 muestreos a lo largo del ciclo encontrando 11 lecturas fuera del rango óptimo pero todas con valores sobre 45 ppt.

(Daniel Meyer, 2006) Recomienda tener los rangos de las lecturas del disco secchi en profundidades entre 20 – 30cm para la producción de tilapia roja. Nuestro promedio en el policultivo está sobre ese rango debido a que es una producción extensiva donde la tilapia depende principalmente de la productividad natural de las lagunas y los niveles de oxígeno disuelto dependen de la relación que exista entre el fitoplancton y la radiación solar.

Cuadro 7. Datos de turbidez medidos con disco secchi durante la época seca (Enero – Mayo) en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Monocultivo	Disco secchi (cm)	Policultivo	Disco secchi (cm)
Promedio	43	Promedio	42
Mínimo	29	Mínimo	27
Máximo	65	Máximo	62

Salinidad. La línea de tilapia utilizada ha sido estudiada y sometida a pruebas de desafío las cuales comprueban su alta tolerancia a aguas hipersalinas de hasta 120 partes por mil (ppt) y a 60-70 ppt todavía se obtiene un rendimiento dentro de los rangos aceptables (Cruz, 2014). Se observó casos de tilapias con llagas en el cuerpo cuando la salinidad superó los 45 ppt, daño en los opérculos y en la zona de la aleta caudal, la incidencia se redujo cuando la salinidad se estabilizó.

La producción de *Litopenaeus vannamei* se lleva a cabo en zonas costeras con salinidades que fluctúan entre 0 y 40ppt, con mejores rendimientos en salinidades arriba de 5 ppt (Boyd 2003). Los datos en los cuadros 7 y 8 muestran que la salinidad aumentó de 27 ppt a 58 ppt en un periodo aproximado de 100 días. La tendencia fue la misma para los dos sistemas de producción (Monocultivo y Policultivo) (Cuadro 8 y Figura 1). La salinidad se mantuvo dentro del rango óptimo hasta los 49 días del cultivo, pero no afectó la tendencia de crecimiento en el camarón la cual fue la misma a salinidad bajo 40ppt que sobre 50ppt.

Cuadro 8. Valores de la concentración de salinidad (ppt) en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Cultivo	Días de Cultivo																		
	3	13	18	21	25	31	38	45	49	56	63	70	80	87	105	112	115	122	127
Monocultivo	28	29	30	30	30	34	37	37	40	43	48	48	53	54	58	54	54	52	53
Policultivo	25	26	28	28	30	33	37	39	40	43	48	49	53	54	58	54	54	52	52

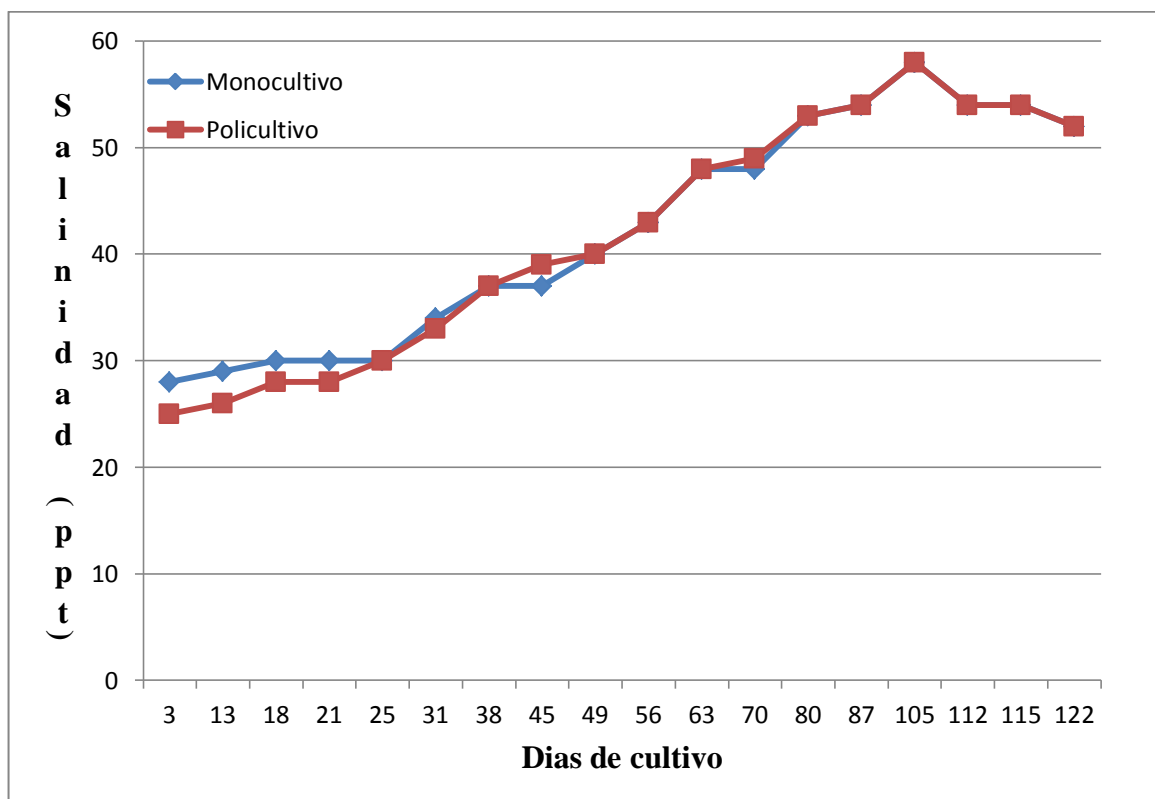


Figura 1. Salinidad (ppt) en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Tilapia. La tilapia se introdujo como una especie secundaria para comprobar si se puede producir a salinidades que superan los 50 ppt. El rendimiento no fue el esperado debido a una tasa de mortalidad alta producto del tamaño del alevín sembrado (3-5g). Según Cruz (2014) el peso ideal de tilapia para ser sembrada en policultivo es de 30-40g ayudando a los alevines a superar ese periodo crítico que va de 0.5 a 20g.

La tilapia no se alimentó, con el objetivo de aprovechar el policultivo y la fertilización de las lagunas, así los animales se alimentaron de la producción primaria (natural) de las lagunas como: detritos, bacterias, plancton, gusanos, insectos, caracoles, plantas acuáticas, material bentónico, convirtiendo esta práctica en una producción extensiva. (FAO, 2002).

Tilapia alimentada completamente crece en 16 semanas hasta 140g, con una ganancia diaria de peso de 1.25g (Cantor, 2007), la tilapia de este ensayo estuvo por encima de ese promedio lo cual corresponde a la baja densidad que se usó y a la producción natural de las lagunas.

El rendimiento final es más bajo debido a que se calculó con el dato proporcionado por la planta de proceso, la cosecha se realizó por las compuertas de drenajes de las lagunas y se cosecho camarón y tilapia a la vez lo cual hizo imposible el conteo de tilapia individual para cada laguna, al final de la cosecha, (en planta) se encontró tilapia pequeña de hasta 80g lo cual bajo el promedio de peso. Pero se mantiene sobre los rendimiento obtenidos por (Cantor, 2007)

La ganancia diaria de peso reportada en este ensayo fue de 1.9 g/pez/día lo cual indica que hasta esa fecha el crecimiento de la tilapia era aceptable, incluso sobre los datos obtenidos por (Meyer, 2001) esto debido a que las temperaturas en la zona son las óptimas para el desarrollo, la productividad natural es muy alta y las densidades manejadas fueron muy bajas, la tilapia también se alimentaba de residuos del alimento balanceado para camarón.

(Meyer, 2001) Reporto ganancias diarias de peso en relación al porcentaje de proteína cruda en las dietas, de 0.68 g/pez/día con dietas de 25% de proteína cruda, de 1.53 g/pez/día con dietas de 35% de proteína cruda y de 1.48 g/pez/día con dietas de 45% de proteína cruda.

Cuadro 9. Crecimiento de la tilapia en policultivo con camarón durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

Laguna	Ganancia diaria de peso (g)	Peso promedio ultimo muestreo (g)	Peso promedio final (g)	Sobrevivencia (%)
12	1.9	219	181	5.7
13	1.9	228	181	5.7
14	1.9	216	181	5.7

Patología. Los resultados del análisis patológico demuestran que solo en las lagunas de monocultivo se detectó un brote de mancha blanca (WSSV) que fortuitamente no perduro. (Anexo 2.) Los análisis patológicos fueron realizados por personal especializado, algunos realizados en la misma finca y otros analizados en laboratorio. El camarón tiene menos capacidad que otras especies animales para defenderse contra enfermedades, principalmente las de tipo viral como la Mancha Blanca, camarón infectado tarda pocos días en morir. (Enriquez, 2008) La mortalidad causada por epidemias virales es uno de los principales problemas de la camaronicultura. (Enriquez, 2008) Los patógenos se encuentran en casi todos los medios de forma natural, pero muchos de ellos no atacan cuando los camarones se encuentran en buen estado, su presencia en el agua no significa que los organismos estén enfermos. (Morales, 2007)

4. CONCLUSIONES

- Se pueden manejar las dos especies en la misma laguna sin afectar negativamente el rendimiento de cada una de ellas, logrando así aprovechar el espacio disponible en las lagunas y aumentando la utilidad de la finca camaronera.
- Se puede producir tilapia en concentraciones de Sal que superan los 50,000 ppm. Lo cual hace posible la integración de este cultivo en las fincas camarones de la zona sur de Honduras.

5. RECOMENDACIONES

- Sembrar alevines de tilapia que pesen >30g.
- Hacer una buena aclimatación de los alevines de tilapia al momento de la siembra.
- Aumentar la densidad de tilapia con el fin de aprovechar el espacio y las propiedades benéficas que brinda la tilapia para prevenir enfermedades que atacan al camarón y mejorar la calidad del agua.
- Repetir el ensayo en época de invierno, con lo que se obtendrían condiciones de salinidad no tan desfavorables y eso mejoraría el rendimiento y sobrevivencia de ambas especies

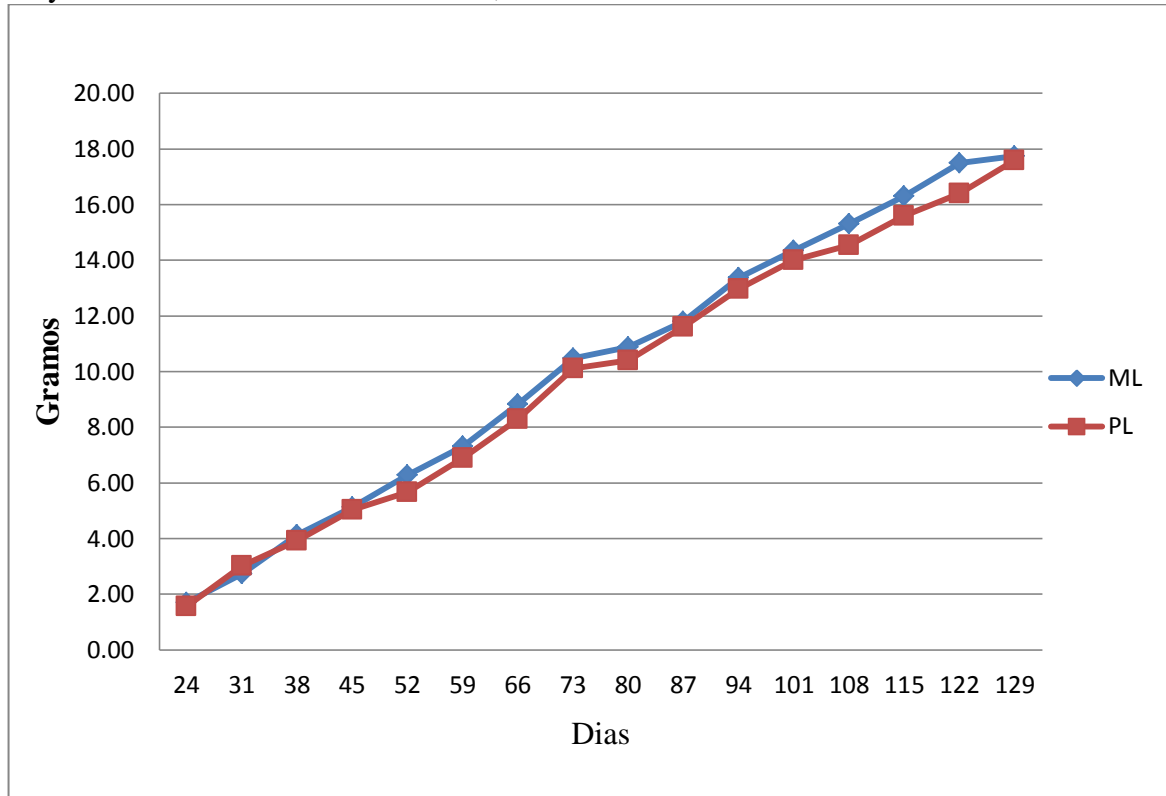
6. LITERATURA CITADA

- Acuacultura.org. (n.d.). *Acuacultura.org*. Retrieved 8 19, 2014, from Calidad de agua: http://www.acuacultura.org/production/calidad_del_agua.htm
- Aquaculture production technology Ltd. (2006). *Aquaculture production technology Ltd.* Retrieved 8 19, 2014, from tilapia y camarón rotación del cultivo: http://www.aquaculture.co.il/technology/S_tilapia_shrimp.html
- Aquatic Eco-systems. (s.f.). *Charla Técnica, oxígeno disuelto en la acuicultura*. Retrieved 8 18, 2014, from Aquatic ec-systems: http://aquaticcoespanol.com/oxigeno_disuelto_en_acuicultura.html
- Boyd, C. E. (2003). *Department of Fisheries and Allied*. Retrieved 19 17, 2014, from Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón: <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Cantor, F. (2007). *Manual del cultivo de tilapia*. Retrieved 9 18, 2014, from Manual del cultivo de tilapia: http://api.ning.com/files/XsdzssQIml1ERp3x3LhlH-SLJK1Wcw83ulQ1at9BVNoQV6IUZ*H-IdRLhkoJbQUtNs7ZNVJX4JC3gDsBVHw7keD7TgsUOzxl/ManualdecultivodeTilapia.pdf
- CentralAmericaData. (2013, 12 18). *Balance 2013 de la industria camaronera de Honduras*. Retrieved 8 19, 2014, from centralamericadata.com: http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Balance_2013_de_la_industria_camaronera_de_Honduras_2013
- Cesacin [En línea] / aut. Boyd Claude E. // CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL . - 2003. - 2014. - <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>.
- Cruz, J. (2014, Enero 22). Origen Tilapia Roja Nilotica, Variedad Sea Farms. (R. D, & O. J, Interviewers)
- Cultivo de camarón (*litopenaeus vannamei*) en cuatro sustratos en agua de baja salinidad en Zamorano. [Informe] / aut. Jarrin Luis Alberto De Mora. - Francisco Morazan : Zamorano; Escuela Agrícola Panamericana., 2002.
- Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Retrieved 8 19, 2014, from http://www.marviva.net/Publicaciones/Estado_mundial_de_la_pesca_y_acuicultura_FAO_2012.pdf
- Departamento de Pesca y Acuicultura FAO. (2014). *FAO*. Retrieved agosto 20, 2014, from Departamento de agricultura y pesca: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es
- FAO. (2002, Marzo). *LA REPÚBLICA DE HONDURAS*. Retrieved 8 18, 2014, from FISHERY COUNTRY PROFILE: <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/hnd/profile.htm>

- FAO. (2005). *Departamento de pesca y acuicultura*. Retrieved 8 19, 2014, from Visión general del sector acuícola nacional Honduras: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_honduras/es
- Hrusa, C. (2014, 2 21). Rendimiento de camarón a diferentes rangos de salinidad. *Manual del cultivo de tilapia* [En línea] / aut. Cantor Fernando // *Manual del cultivo de tilapia*. - 2007. - 18 de 9 de 2014. - http://api.ning.com/files/XsdzssQIm1ERp3x3LhIH-SLJK1Wcw83ulQ1at9BVNoQV6IUZ*H-IdRLhkoJbQUtNs7ZNVJX4JC3gDsBVHw7keD7TgsUOzx1/ManualdecultivodeTilapia.pdf.
- Muñoz, H. (2013, Noviembre 14). 2014. (R. D., & O. J., Interviewers).
- Nutricion y alimentacion de la tilapia / aut. Meyer Daniel E.. - [s.l.] : Zamorano, Escuela Agricola Panamericana, 2001.
- Saavedra, M. (2006, Julio-agosto 31-4). *Manejo del cultivo de tilapia*. Retrieved Agosto 19, 2014, from http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf
- Semi-Intensive commercial growth of *Penaeus vannamei* fed diets containing differing levels of crude protein during wet and dry season in Honduras. [Publicación periódica] / aut. Rodriguez David R. Teichert-Coddington y Rigoberto. - [s.l.] : World Aquaculture Society, 1995. - 1 : Vol. 26

7. ANEXOS

Anexo 1. Ganancia de peso en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.



*Diferencia significativa con una probabilidad ($P \leq 0.05$)

ML (Monocultivo) = peso en gramos

PL (Policultivo) = peso en gramos

Anexo 2. Análisis patológicos en Monocultivo y Policultivo durante los meses de enero a mayo en finca EMAR S.A. Choluteca, Honduras.

		Monocultivo			Hepatopáncreas (Grado)		Branquias
Análisis	Día	EMS	WSSV	NHP	Vibriosis	Intestinos	
1	35	-	-	-	ALGY	Gametocitos	1 Sucias, Necróticas, Bact filamentosas
2	39	-	-	-	ALGY	Gametocitos (Normal)	1,2 Epibiontes, Bact Filamentosas
4	49	-	+		ALGY	Esporontes,gregarinas	1,2,3,4 Epibiontes,Bact Filamentosas
5	53	-	-		ALGY	Esporontes,gregarinas	1,2 Epibiontes, Bact Filamentosas
Policultivo							
1	35	-	-		ALGY	Gametocitos	Normal,1 Sucias, Epibiontes, Bact Filamentosas
2	39	-	-		ALGY	Gregarinas	Normal Epibiontes, Bact Filamentosas
3	46	-	-		ALGY	Gametocitos (Normal),gregarinas	Normal,1 Epibiontes,Bact Filamentosas