

Evaluación de intervalos de siete, nueve y once días en la recolección de crías de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) manejadas en hapas

**Ramiro Gerardo Coronel Pilco
Rosa Elena Terán Suárez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de intervalos de siete, nueve y once días en la recolección de crías de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) manejadas en hapas

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

Presentado por

Ramiro Gerardo Coronel Pilco
Rosa Elena Terán Suárez

Zamorano, Honduras

Evaluación de intervalos de siete, nueve y once días en la recolección de crías de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) manejadas en hapas

Ramiro Gerardo Coronel Pilco
Rosa Elena Terán Suárez

Resumen. Los objetivos fueron evaluar intervalos de siete, nueve y 11 días en la recolección de crías de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) de adultos manejados en hapas. Se comparó la producción semanal, total de crías de tilapia y el estado de desarrollo de las crías recolectadas. Se utilizó hapas cubiertas con plástico de invernadero colocadas en 12 pilas de concreto. Se sembró aleatoriamente cinco hembras y dos machos adultos de tilapia roja de similares condiciones en cada hapa. El diseño del ensayo fue completamente al azar con tres tratamientos (intervalos de siete, nueve y 11 días) y cuatro repeticiones (hapas) de cada uno. Se hizo un análisis de varianza con el paquete estadístico “Statistical Analysis System” y una separación de medias con la prueba SNK de los resultados. Se utilizó un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. La sobrevivencia general de los peces adultos fue 82% durante las 11 semanas. Se recolectó un total de 135 posturas de las hembras incubando en el ensayo. Los mejores resultados se lograron con el intervalo de siete días para la cantidad promedio de crías/pila/semana, por gramo de hembra y por m² de pila/día. No hubo diferencia para estos parámetros comparando los intervalos de nueve y 11 días. El 56.4% del total de crías fueron recolectadas en la boca de las hembras manejadas con un intervalo de siete días, 21.2% con intervalo de nueve días y 22.4% con 11 días. Hubo una mayor uniformidad en las etapas de las crías con el intervalo de siete días.

Palabras clave: Crianza de peces, desarrollo embrionario, piscicultura, reproducción de peces.

Abstract. The objectives were to evaluate intervals of seven, nine and 11 days in the collecting of red tilapia offspring (*Oreochromis* sp.) from brood stock managed in hapas. The study included a comparison of weekly offspring production, total production and developmental stage. The experiment was done in hapas covered with greenhouse plastic placed in 12 concrete tanks. Five females and two male red tilapia were randomly stocked into each hapa. The experiment had a completely randomized design with three treatments (intervals of seven, nine and 11days) and four replicates (hapas) of each. An analysis of variance was done using “Statistical Analysis System.” The separation among means was done with the SNK test. The level of significance was $P \leq 0.05$. The overall survival was 82% of the adult fish during 11 week long experiment. There were a total of 135 clutches found among the incubating females in the study. The greatest number of offspring/tank/week, per gram of female and per m² of hapa/day was obtained with the seven day interval. There was no difference for these parameters between the nine and 11 day intervals. Some 56.4% of all fry collected were from the mouths of females managed with the seven day interval, 21.2% for the nine day and 22.4% on eleven day. There was greater uniformity of fry among those collected every seven days.

Key words: Fish breeding, fish farming, embryonic development, tilapia reproduction

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4 CONCLUSIONES	14
5 RECOMENDACIONES	15
6 LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros

Página

1. Comparación de la ganancia de peso y sobrevivencia de las hembras reproductoras manejadas en intervalos de recolección de crías a siete, nueve y 11 días en hapas, en Zamorano, Honduras. Los promedios de peso final e inicial incluyen la desviación estándar de cada uno..... 9
2. Producción promedio de crías de tilapia roja durante 77 días en intervalos de recolección de siete, nueve y 11 días manejadas en hapas..... 12

Figuras

Página

1. Fotografías de ejemplares de tilapia roja de cinco etapas de su desarrollo: A. Etapa I (huevo), B. Etapa II (embrión), C. Etapa III (pez-larva temprano), D. Etapa IV (pez-larva tardío), E. Etapa V (alevín)..... 4
2. La temperatura promedio semanal del agua en 12 pilas de concreto con dimensiones $1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m cada una, cubiertas por un plástico translúcido en la EAP, Río del Yegüare, Honduras..... 7
3. El promedio semanal de la concentración de oxígeno en solución en el agua de 12 pilas de concreto con dimensiones de $1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m cada una, cubiertas por un plástico translúcido en la EAP, Río de Yegüare, Honduras..... 8
4. Cantidad de postura por semanal en los intervalos de siete, nueve y 11 días en el transcurso del ensayo en la duración de 77 días..... 10
5. Total semanal de crías recolectadas de 60 hembras adultas de tilapia roja manejadas en hapas en pilas de concreto en la EAP, Valle del Río Yegüare, Honduras..... 11
6. Clasificación en cinco etapas de desarrollo embrionario de las crías recolectadas de la boca de las hembras manejadas en hapas para tres distintos intervalos. 13

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha crecido un $\pm 10\%$ anual durante los últimos 20 años. Varios países de Latinoamérica como Chile, Brasil, Ecuador, Colombia, Costa Rica y Honduras tienen industrias acuícolas importantes (FAO 2008). El cultivo comercial de tilapia está creciendo en Centroamérica, especialmente en Honduras. Los piscicultores locales exportan filete fresco, filete congelado y pescado entero congelado (Berman 1997).

La tilapia roja *Oreochromis* sp. es un pez de origen africano de la Familia Cichlidae. Se caracteriza por incubar sus huevos dentro de la boca de la hembra (Salas y Gwo-Chian 1993) y su resistencia a condiciones variables en su entorno.

Por sus múltiples bondades que presenta la tilapia, su cultivo ha sido utilizado para proveer proteína animal a las familias de áreas rurales de Latino América en programas de desarrollo rural (Meyer 1988).

La tilapia roja por su color muy atractivo es aceptada en el mercado. Es algo nerviosa, difícil de manejar y menos fecundo que los peces de línea pura (Meyer y Triminio Meyer 2007). Es un híbrido de dos líneas puras Java (*Oreochromis mossambicus*) y de otras especies de tilapias (Tave 1991).

Las tilapias resisten aguas de pobre calidad pero son sensibles a los cambios en la temperatura. No resisten a temperaturas $\geq 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menores de $\leq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Stickney 2005).

La escasez de semilla de tilapia de buena calidad y que no se encuentra disponible durante todo el año son factores que han limitado el desarrollo del cultivo en Honduras por mucho tiempo (Meyer 1988; Meyer y Triminio Meyer 2007). La semilla de tilapia de buena calidad consiste en peces uniformes en tamaño y color, y mayormente del sexo masculino (Meyer y Triminio Meyer 2007; Nassar Hasbun 2010).

En el Laboratorio de Acuicultura de la EAP se usa la recolección de crías en el intervalo de siete días para la incubación. Este estudio tuvo como objetivos:

- Evaluar intervalos de siete, nueve y 11 días en la recolección de crías de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) manejadas en hapas.
- Se evaluó la producción semanal y total de crías de tilapia con recolecciones a intervalos de siete, nueve y 11 días con peces adultos en hapas.
- Evaluar el estado de desarrollo de las crías recolectadas con cada intervalo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en el Valle de Yegüare a 33 km al este de Tegucigalpa, capital de Honduras. La EAP se encuentra a 800 msnm con temperatura promedio anual de 24 °C y precipitación promedio anual de 1,100 mm. El ensayo se realizó desde Febrero a Mayo del 2013.

Se utilizó 12 pilas de concreto de $1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m cada una. Se llenó cada pila con agua bombeada del lago de Monte Redondo, que forma parte del Laboratorio de Acuicultura de la EAP. El agua de cada pila recibió aireación artificial por medio de una difusora con aire suministrado de un soplador de 2.5 HP.

Se instaló en cada pila una hapa con las dimensiones de $0.80 \times 1.60 \times 1.95$ m. Una hapa es una bolsa cuadrada con su pared lateral hecha de una malla de nylon con diámetro de 12 mm de luz y fondo de 1 mm de luz. Para lograr que la hapa flote en el agua y se mantenga abierta, se fijo a su parte superior un marco de tubo de PVC de 25 mm de diámetro.

Se cubrió cada pila con plástico para invernadero. Cuando el agua en las pilas alcanzó una temperatura ≥ 32 °C, se procedió a destaparlas. Desde la segunda hasta la séptima semana del ensayo se destaparon diariamente las 12 pilas durante cuatro horas en la mañana y cuatro horas por la tarde.

Al mediodía las pilas se taparon para proteger los peces de los depredadores durante algunas horas cuando no había vigilancia. Se retiró completamente el plástico de las pilas durante las cuatro últimas semanas del ensayo, reponiéndolo con malla anti-pájaros.

En la primera semana del ensayo, a finales del mes de febrero, se llenaron las pilas con agua con una temperatura 21.5 °C del Lago de Monte Redondo. A la mitad del ensayo se bombeó agua a cada pila, para mantenerla llena y hacer un recambio de $\pm 30\%$ de su volumen.

Se sembró aleatoriamente cinco hembras y dos machos adultos de tilapia roja en cada hapa, con pesos individuales entre 100 y 300 g. Estos peces fueron seleccionados de los lotes manejados en la EAP, buscando individuos de peso similar, cuerpo robusto, carentes de síntomas o indicios de enfermedades y lesiones.

Se reemplazó cualquier pez adulto que se murió durante el ensayo con un individuo de similar condición física. La duración del ensayo fue de 77 días.

Se utilizó una red de mano para atrapar a las hembras individualmente, examinando su cavidad bucal y pesándola a intervalos de: siete, nueve y once días. Los peces de cada hapa fueron bañados después de cada recolecta de crías con una solución de permanganato de potasio (1,000 ppm) durante 20 segundos (Meyer *et al.* 2006)

Las crías encontradas fueron extraídas de la boca de la hembra y pasadas a un plato sopero de plástico (color blanco) con agua. Se tomó una fotografía del plato con cada postura, identificándola con la fecha de su recolección. Se utilizó el programa ImageJ™ para el conteo de las crías en cada fotografía.

Luego una muestra tomada de cada postura de aproximadamente 10 crías fue preservada en un frasco con alcohol al 95%. Las crías fueron clasificadas según cinco categorías o etapas de desarrollo. Estas se describen a continuación:

Etapa I (huevo). El huevo con forma ovoide recién comenzando su desarrollo embrionario, su volumen está ocupado mayormente por el vitelo.

Etapa II (embrión). El embrión se encuentra aún dentro de la cáscara del huevo y se observan sus ojos, el latir de su corazón, cola y los arcos de la faringe.

Etapa III (pez-larva temprano). El pez-larva está eclosionado con su saco vitelino que dificulta y limita su movimiento físico en el agua. Se distingue claramente la cabeza con los ojos, el corazón latiendo y la cola. Inicia la absorción de los nutrientes del saco vitelino.

Etapa IV (pez-larva tardío). El pez-larva de 8 a 12 mm de largo total, con su saco vitelino reducido en tamaño o ausente, y capaz de nadar en el agua.

Etapa V (alevín). El alevín (≥ 13 mm de largo) carece de su saco vitelino, posee una boca funcional y es capaz de nadar libre y efectivamente en el agua. Se observa la apariencia anatómica de una tilapia adulta.

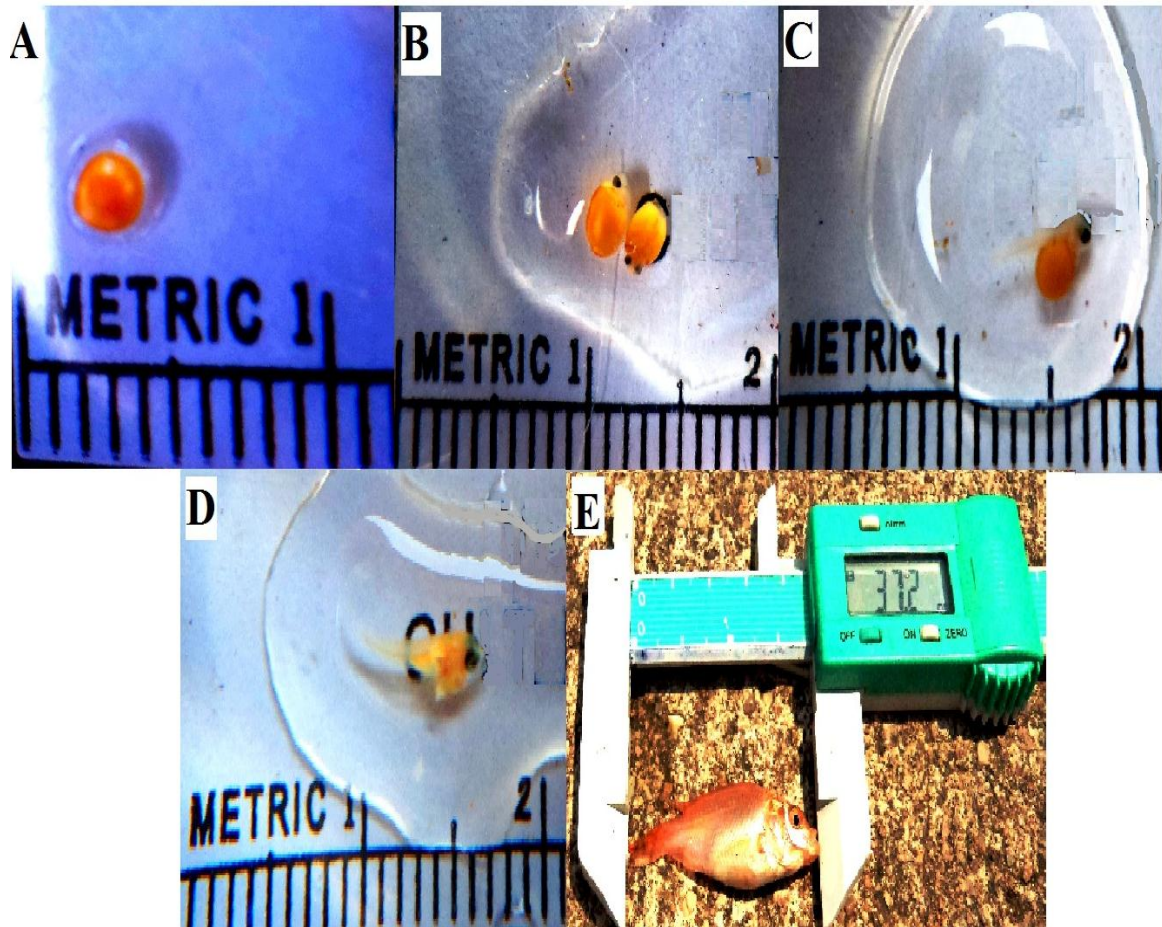


Figura 1. Fotografías de ejemplares de tilapia roja de cinco etapas de su desarrollo: A. Etapa I (huevo), B. Etapa II (embrión), C. Etapa III (pez-larva temprano), D. Etapa IV (pez-larva tardío), E. Etapa V (alevín).

Se alimentaron los peces con concentrado en forma de perdigones flotantes de ALCON, S.A. (Alimentos Concentrados Nacionales, Honduras) con 38% de proteína cruda (Bhujel 2000). La cantidad diaria de alimento a ofrecer fue igual a 2% de la biomasa de los peces adultos en cada unidad. Esta cantidad diaria se dividió en dos porciones, mañana y tarde.

Se tomó lectura de la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura del agua de cada pila, dos veces por día (mañana y tarde), con un medidor poligráfico (Marca YSI, modelo 55). Cada lectura se hizo a una profundidad de aproximadamente 30 cm en el agua.

El diseño del ensayo fue completamente al azar con tres tratamientos (intervalos de siete, nueve y 11 días) y cuatro repeticiones de cada uno (hapas). Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) con el paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1[®] 2012) y una separación de medias con la prueba SNK de los resultados del total de crías por pila por semana, el promedio de crías por gramo de hembra por mes y el número total de crías por m² por día. Se utilizó un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio semanal de la temperatura del agua de las 12 pilas y para el ensayo de 77 días varió entre 29.1 y 33.2 °C (Figura 2). La temperatura menor y mayor del agua registradas en el ensayo fueron de 21.1 y 36.7 °C, respectivamente. Durante los últimos días de Marzo y primeros de Abril en la EAP, la temperatura del agua subió, superando a los 32 °C en promedio en las 12 pilas (Figura 2).

El rango óptimo de temperatura para el desove y el levantamiento de la tilapia es de 25 a 32 °C (Meyer y Triminio Meyer 2007). A una temperatura menor a 20 °C la tilapia es letárgica y su tasa reproductiva es reducida (Stickney 2005). La reproducción de las tilapias es pobre arriba de los 35 °C en el agua (Bhujel 2000).

En los primeros días del ensayo el agua de las pilas aumentó de temperatura debido al manejo del plástico (Figura 2). El plástico translúcido tiende a aumentar la temperatura del agua por el efecto invernadero.

Con una temperatura del agua por debajo de 22 °C las tilapias dejan de reproducirse. Con temperaturas del agua arriba de 32 °C se observó una disminución en la reproducción de tilapia en la EAP (Ballesteros Ferrel 2001). Temperaturas arriba de 32 °C del agua provocan estrés en la tilapia (Boyd 1990; Popma and Green 1990).

Durante cada semana del ensayo se registraron temperaturas promedio del agua arriba de 34 °C (Figura 2). El plástico cubriendo las pilas nunca fue removido al medio día cuando no había gente presente en el laboratorio para evitar una depredación de los peces por aves.

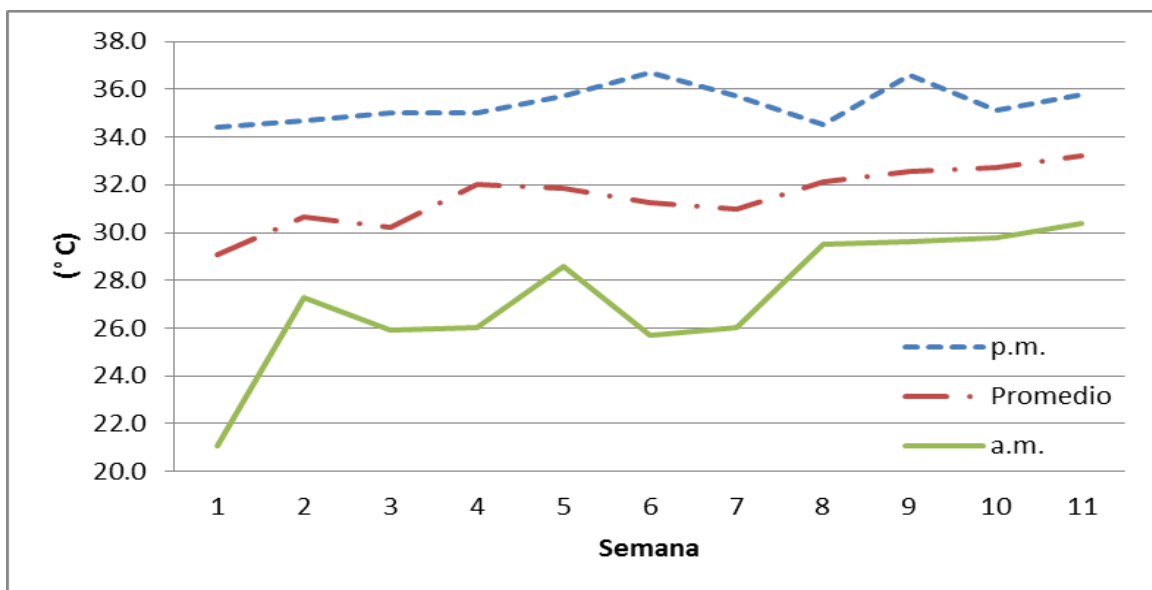


Figura 2. La temperatura promedio semanal del agua en 12 pilas de concreto con dimensiones $1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m cada una, cubiertas por un plástico translúcido en la EAP, Río del Yegüare, Honduras.

Las lecturas de la concentración del oxígeno disuelto en el agua de las 12 pilas y durante los 77 días del ensayo variaron de 1.1 a 14.9 mg/L, con un promedio general calculado en 5.8 mg/L (Figura 3). En cuerpos naturales y artificiales de agua se observa típicamente un incremento de la concentración de oxígeno durante las horas del día debido a la actividad fotosintética de algas. Esta concentración disminuye durante las horas de la noche debido al proceso de respiración de los organismos aeróbicos y la falta de actividad fotosintética (Boyd 1979; Meyer *et al.* 2006).

Durante varios días de la cuarta semana del ensayo se registraron lecturas de la concentración de oxígeno en solución por debajo de 2.0 ppm en el agua de las 12 pilas. Esto debido a varios cortes del suministro de energía eléctrica al Laboratorio de Acuicultura en la EAP.

En las primeras horas de la mañana de estos días los peces adultos y alevines se encontraron boqueando y aturdidos en las 12 pilas. Se procedió a dar aireación mecánica manual y se pospuso la recolecta de crías programada para estos días. Luego se hizo un recambio del 30% del agua de cada pila cuando volvió el suministro de energía eléctrica.

La tilapia es un pez robusto y resistente a la pobre calidad del agua. Puede aguantar períodos cortos de tiempo con solamente 0.1 mg/L de oxígeno en el agua (Ross 2000).

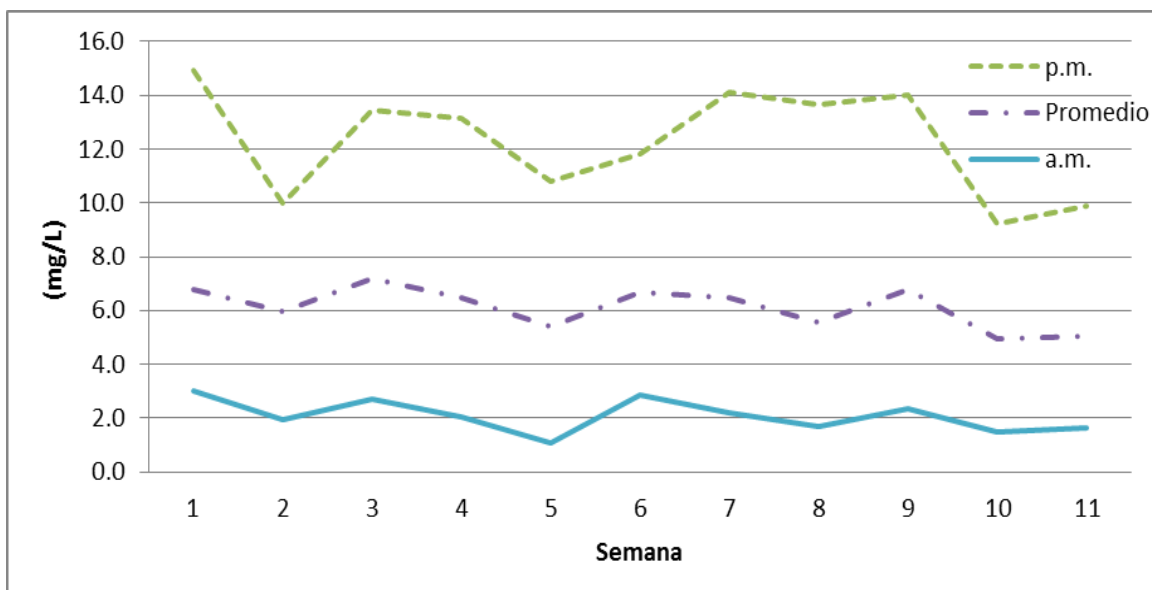


Figura 3. El promedio semanal de la concentración de oxígeno en solución en el agua de 12 pilas de concreto con dimensiones de $1.0 \times 2.5 \times 3.0$ m cada una, cubiertas por un plástico translúcido en la EAP, Río de Yegüare, Honduras.

La sobrevivencia general de los peces adultos fue de 82% durante el ensayo de 77 días de duración. En total murieron 10 hembras y cinco machos, ocho, dos y cinco peces en los intervalos de siete, nueve y 11 días, respectivamente. No hubo diferencia ($P \geq 0.05$) en la sobrevivencia de los peces adultos reproductores entre los tratamientos (Cuadro 1).

Cinco peces muertos fueron encontrados en las pilas durante los días cuando se interrumpía el suministro de energía eléctrica al Laboratorio. Su muerte se atribuye probablemente a la falta de O_2 en el agua de las pilas que ocurrió en la noche entre el 11 al 12 de Abril. La muerte de los otros peces se debió, posiblemente, al maltrato de manipularlos y recolectar crías de su boca, provocando así estrés.

En un ensayo similar, la sobrevivencia de las tilapias reproductores fue 100% en agua dulce (Tecún Díaz 2012). En Tailandia 76% de los ejemplares adultos de la tilapia del Nilo sobrevivieron con agua salina a 10,000 ppm (Bhujel *et al.* 2001).

La siembra de las hembras reproductoras en las 12 pilas del ensayo fue uniforme entre los tratamientos. No hubo una diferencia significativa entre los pesos promedio iniciales y finales de las hembras reproductoras. Tampoco hubo diferencia en su ganancia diaria de peso con los distintos intervalos de recolección de crías (Cuadro 1).

En ensayos previos con similares condiciones, la ganancia diaria de peso de las hembras reproductoras fue de 0.29 ± 0.12 g/pez/día durante 70 días (Tecún Díaz 2012) y 0.36 g/pez/día durante dos ciclos de 30 días en pilas cubiertas con plástico (Baide Mairena 2010).

Cuadro 1. Comparación de la ganancia de peso y sobrevivencia de las hembras reproductoras manejadas en intervalos de recolección de crías a siete, nueve y 11 días en hapas, en Zamorano, Honduras. Los promedios de peso final e inicial incluyen la desviación estándar de cada uno.

Intervalo (días)	Peces hembras			
	Sobrevivencia (%)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	g/pez/día
7	85	185 ± 27	225 ± 17	0.52
9	90	184 ± 28	227 ± 31	0.56
11	75	175 ± 19	222 ± 16	0.61

La dieta usada en el ensayo actual contenía 38% de proteína cruda en comparación al 28% suministrado a los peces reproductores en el 2012. Con un mayor nivel de proteína cruda en la dieta la tilapia gana peso más rápidamente (Meyer *et al.* 2006).

Se recolectó un total de 135 posturas de las hembras incubando en el ensayo. En el intervalo de siete días obtuvo 67 posturas en total a diferencia de los de 35 y 33 posturas para los intervalos de nueve y 11 días respectivamente.

En promedio a cada hembra se encontró con 2.25 posturas durante el ensayo de los 77 días. Semanalmente se recolectó un promedio de 12.3 posturas entre los peces en las 12 hapas. Las hembras manejadas con recolecta a un intervalo de siete días presentaron mayor número de posturas en comparación de nueve y 11 días. En el ensayo de 11 semanas la menor postura fue de 0 por pila y la mayor postura fue de cuatro por pila (Figura 4). En un ensayo de 42 días de duración se encontró un promedio de 2.07 posturas/hembra (Arauz 2008).

Se hizo un total de 104 revisiones de los grupos de hembras reproductoras en las hapas a lo largo de los 77 días del ensayo. Un 26% de las veces no se encontró crías en su boca. Este acontecimiento se observó seis, 10 y 11 veces para los intervalos de siete, nueve y 11 días, respectivamente.

Durante todo el ensayo la máxima cantidad/pila de posturas fue de 21 resultando en 21,126 crías, recolectadas de las hembras manejadas con el intervalo de siete días. La mínima cantidad/pila de posturas fue de tres con un total de 1,702 crías recolectadas con un intervalo de nueve días. En una sola fecha, la máxima recolecta de crías fue de 5,207/pila encontradas en la semana 11 con el manejo de los peces en el intervalo de siete días.

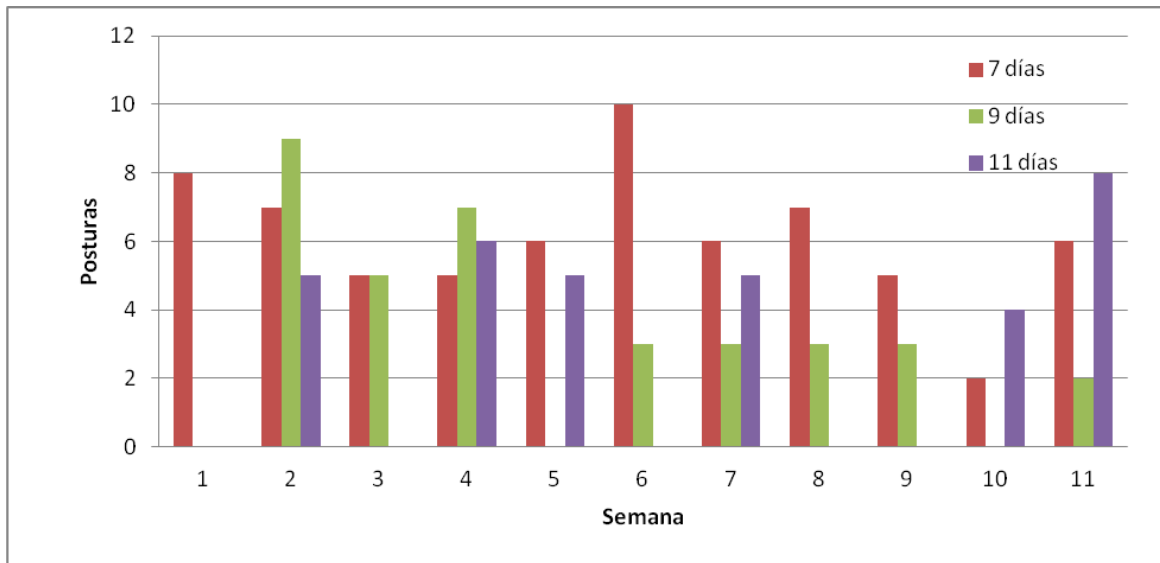


Figura 4. Cantidad de postura por semanal en los intervalos de siete, nueve y 11 días en el transcurso del ensayo en la duración de 77 días.

En ensayos anteriores se encontraron hembras excepcionales que produjeron 9,500 crías en cinco posturas en 70 días, en promedio produjeron 2,251 crías/postura (Tecún Díaz 2012). Algunas hembras productoras excepcionales de 10,000 crías durante 70 días en cinco y seis posturas (Valle y Valle 2009).

Se recolectó un total de 134,243 crías de los 60 peces hembras adultas manejadas en el ensayo.

El 56.4% del total de crías fueron recolectadas de las hembras manejadas con un intervalo de siete días, 21.2% con intervalo de nueve días y 22.4% con 11 días. Reduciendo el tiempo entre recolectas, aumenta el número total de crías de tilapia cosechado (Bhujel 2000).

Se observó una tendencia repetitiva de subir y luego bajar el total de crías recolectado/semana a lo largo del ensayo (Figura 5). Similar tendencia se observó en un ensayo realizado en la EAP con los peces adultos en agua con distintas salinidades (Tecún Díaz 2012).

La remoción de crías de la boca de una hembra acelera el proceso de vitelogénesis en su tracto reproductivo (Bhujel 2000). Una hembra que sufre la remoción de crías de su cavidad bucal pueda llegar a tener nuevos óvulos listos para ser fecundados antes de una hembra que complete el proceso de incubación (Bhujel 2000; Welcomme 1967).

Hembras excepcionales pueden poner huevos a un ritmo de cada 15 días cuando estos son removidos de sus bocas semanalmente (Valle y Valle 2009). Un intervalo de cinco días entre cosecha de crías de hembras incubando se utiliza en criaderos comerciales de Tailandia (Bhujel 2000).

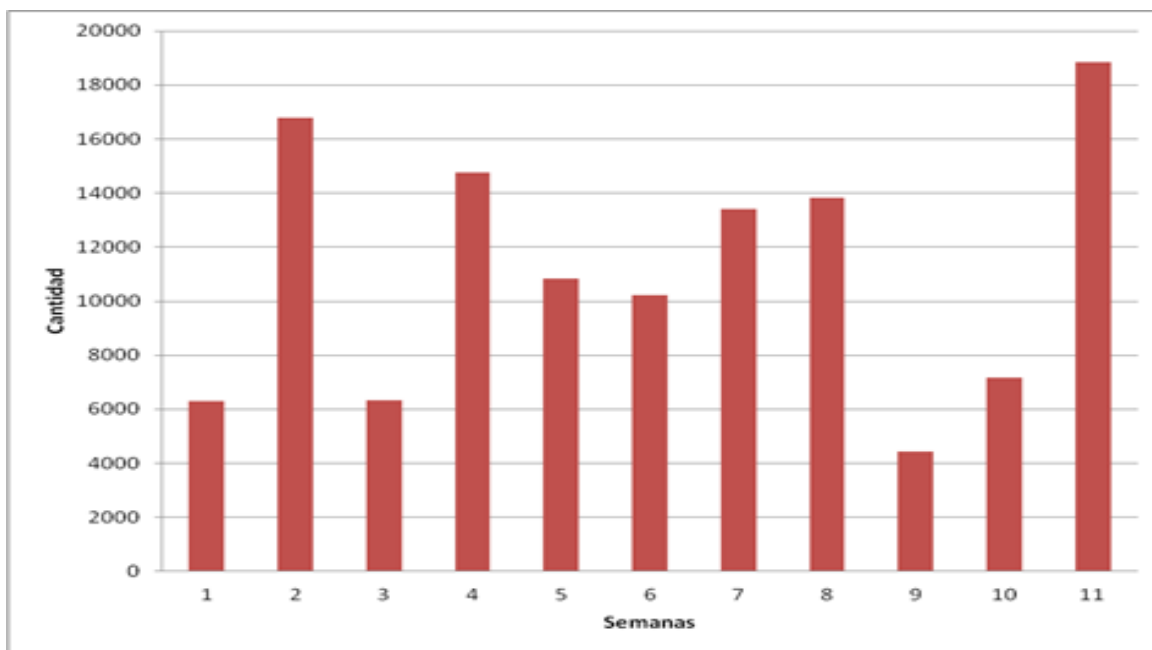


Figura 5. Total semanal de crías recolectadas de 60 hembras adultas de tilapia roja manejadas en hapas en pilas de concreto en la EAP, Valle del Río Yegüare, Honduras.

La mayor cantidad promedio ($P \leq 0.05$) de crías/pila/semana, por gramo de hembra y por m^2 de pila/día fue logrado con el intervalo de siete días (Cuadro 2). No hubo una diferencia ($P \geq 0.05$) entre estos parámetros comparando los intervalos de nueve y 11 días. La mejor producción de crías por kg de hembra/día en el actual ensayo fue similar a los niveles de producción logrados en EE. UU. (Hughes and Behrends 1983) y en Tailandia (Bhujel 2000).

Los reproductores no tuvieron descanso durante el actual ensayo, y la recolección de crías fue de 147, 68 y 71/kg de hembra/día para los intervalos de siete, nueve y 11 días, respectivamente (Cuadro 2). En Tailandia la recolecta total de crías de tilapia fue de 106/kg hembra/día sin descanso de los reproductores y con intervalos de recolección de 10 días. Con la recolecta de alevines nadando en el agua se logró una producción total de 31 por kg de hembra por día (Macintosh and Little 1995).

Las hembras que tienen alevines en la boca pueden tener también óvulos en proceso de maduración en sus ovarios y oviductos. Remover las crías de la boca de una hembra incubando acelera el proceso de vitelo génesis (Welcomme 1967).

Cuadro 2. Producción promedio de crías de tilapia roja durante 77 días en intervalos de recolección en tres intervalos manejadas en hapas.

Intervalos (días)	Producción total promedio de crías		
	No./pila/semana	No./g hembra/mes	No./m ² /día
7	1578 ± 391 a ^s	4.40 ± 1.08	30 a
9	741 ± 703 b	2.04 ± 1.96	14 b
11	732 ± 281 b	2.12 ± 0.80	14 b

^s Medias en cada columna seguidas por diferente letra difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

Cada intervalo resultó en crías de cada una de las cinco etapas (Figura 6). El 41% del total de crías recolectadas se clasificó en la etapa I de desarrollo y el 21% en la etapa III.

Etapas de desarrollo de las crías recolectadas se encuentra una gran cantidad de la etapa I en el intervalo de 11 días, pero lo que nosotros estamos buscando es uniformidad donde en la de siete días es la más óptima. En la de siete días encontramos un 45.8% de la etapa I y un 43.7% en la etapa III, las demás crías se encontraron en las otras etapas distribuidas (Figura 6).

Existen distintas maneras de describir el desarrollo embrionario en un pez. En Japón describieron 32 etapas desde el huevo fertilizado hasta el alevín de tilapia del Nilo (Fujimura and Okada 2007).

El tratamiento hormonal puede variar según la etapa en la que se encuentre las crías de tilapia roja, por lo que se busca uniformidad en la recolección (Prieto *et al.* 2002). En el intervalo de siete días se encontró una uniformidad comparada con los otros intervalos de nueve y 11 días (Figura 6).

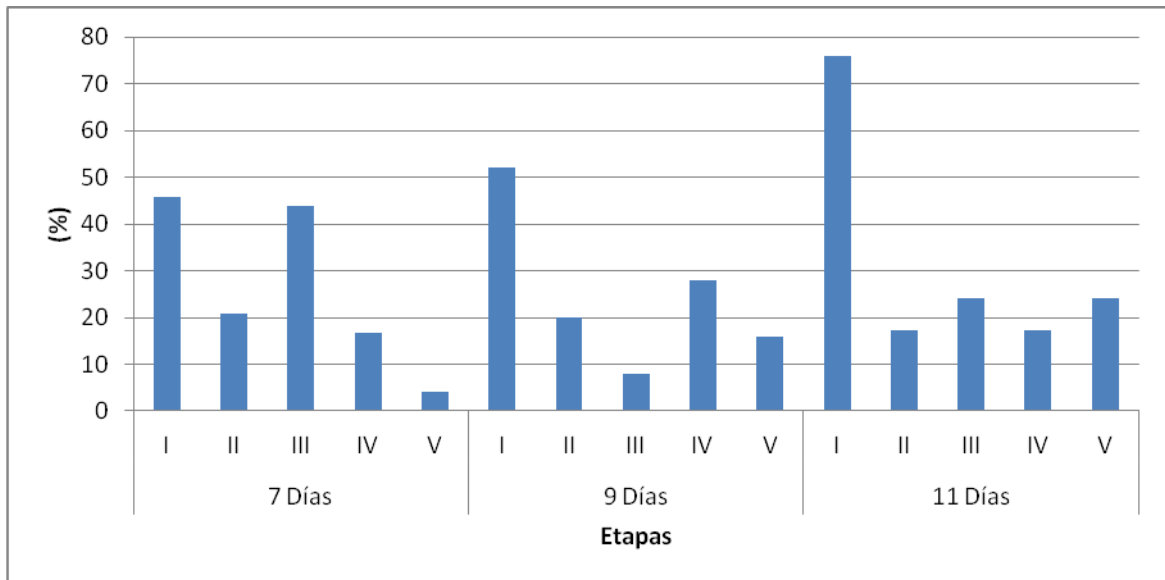


Figura 6. Clasificación en cinco etapas de desarrollo embrionario de las crías recolectadas de la boca de las hembras manejadas en hapas para tres distintos intervalos.

4. CONCLUSIONES

- La mayor cantidad promedio de crías/pila/semana, por gramo de hembra y por m² de pila/día fue logrado con el intervalo de siete días; y no se presentó diferencia para estos parámetros cuando se comparó los intervalos de nueve y 11 días.
- El 56.4% del total de crías fueron recolectadas en la boca de las hembras manejadas con un intervalo de siete días, 21.2% con intervalo de nueve días y 22.4% con 11 días.
- Cada intervalo resultó en crías de cada una de las cinco etapas, con el 41% del total clasificado en la etapa I, seguido por el 21% en etapa III.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar el intervalo de siete días para la recolección de crías con las hembras manejadas en hapas en la EAP.
- Para ensayos futuros instalar una planta para cuando el suministro del sistema nacional de electricidad se interrumpa.

6. LITERATURA CITADA

Araúz, A. 2008. Comparación del manejo de los reproductores de tilapia roja en pilas de concreto con y sin hapas. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Río del Yegüare, Honduras. 17 p.

Baide Mairena, C.D., 2010. Comparación de machos sin pre-maxila en la reproducción de tilapia roja *Oreochromis* sp. en pilas de concreto con hapas. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Río del Yegüare, Honduras. 15 p.

Ballesteros Ferrel, J. M. 2001. Evaluación de la reproducción de tilapia de Nilo en pilas cubiertas de plástico. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Río del Yegüare, Honduras. pp. 10-12.

Berman, Y. 1997. Producción intensiva de tilapia en agua fluyente. En: Alston, D.E., B.W. Green, and H.C. Clifford III (editors). Memoria IV Simposio Centroamericano de Acuicultura: Cultivo Sostenible de Camarón y Tilapia. ANDAH. Tegucigalpa Honduras. pp. 59-63

Boyd, C.E. 1979. Water Quality in warmwater fish ponds. Auburn University, Alabama. USA. 359 p.

Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. Alabama. USA. 482 p.

Bhujel, R.C., 2000. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, especially hapa-based systems. Aquaculture 181. 37-59.

Bhujel, R.C., W.A. Turner, A. Yakupitiyage and D.C. Little. 2001. Impacts of environmental manipulation on the reproductive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Aquaculture in the Tropics 16(3): 197-209.

FAO. 2008. The state of the world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. s.p.

Fujimura, K and Okada, N. 2007. Development of the embryo, larva and early juvenile of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). Developmental staging system. Japanese Society of Developmental Biologists. Tokyo Institute of Technology. Yokohama, Japan. Vol 49. p 301-324

Hughes, D.G. y L.L. Behrends. 1983. Mass production of *Tilapia nilotica* seed in suspended net enclosures. p 394-401. In: Fishelson, L. y Z. Yaron. (Eds.) Proceedings of the International Symposium of on *Tilapia* in Aquaculture. Tel Aviv University. Tel Aviv, Israel.

Macintosh, D. J. y D.C. Little. 1995. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Pages 277 a 320 in: N.R. Bromage y R.J. Roberts (Eds.). Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell Science Publication, University Press, Cambridge, United Kingdom. 424 p.

Meyer, D.E. 1988. Realidad de la acuicultura en Honduras y sus limitaciones. Ceiba 30(2):9-16.

Meyer, D.E., C. Castillo y S. Triminio de Meyer. 2006. Acuicultura: Manual de Practicas. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 111 p.

Meyer, D.E. y S. Triminio Meyer. 2007. Reproducción y cría de alevines de tilapia manual práctico. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 51 p.

Nassar Hasbun, J.A. 2010. Comparación de alevines de tilapia roja adquiridos en diferentes centros de producción en Honduras. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Río del Yegüare, Honduras. 19 p.

Prieto, C.A. y M.O. Angel. 2002. Incubación artificial de huevos embrionados de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(1):115-119.

Popma, T.J y B.W. Green. 1990. Aquaculture Production Manual: Sex Reversal of *Tilapia* in Earthen Ponds. Auburn University, Alabama Research and Development serie Vol 35. 15 p.

Ross, L.G. 2000. Environmental Physiology and Energetics. In: M.C.M. Beveridge and B.J. MacAndrew (editors), *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers, London, UK. p 89-128.

Salas, A. y Y. Gwo-Chian. 1993. Manual Práctico Sobre la Crianza de *Tilapia*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de China. 35 p.

“Statistical Analysis System” SAS versión 9.1[®]. 2012. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Stickney, R. 2005. Aquaculture: an introductory text. Segunda edición. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 304 p.

Tave, D. 1991. Genetics of body color in tilapia. *Acuacultura Magazine*. 17(2): 72-76

Tecún Díaz, Y.M., 2012. Evolución de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en agua a 0, 10000, 20000 y 30000 ppm de sal en Zamorano. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Río del Yegüare, Honduras. 16 p.

Valle Molina, F.L. y J.L., Valle Molina. 2009. Comparación de la producción de crías con dos densidades de siembra de adultos de tilapia roja en pilas de concreto con hapas. Proyecto especial de graduación de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Río del Yegüare, Honduras. 20 p.

Welcomme, R.L., 1967. The relationship between fecundity and fertility in the mouthbrooding cichlid fish *Tilapia leucon*. *J. Zool. (London)* 151, 453-468.