

Policultivo del pocoyo (*Dormitator latifrons*) con tilapia roja (*Oreochromis* spp.) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques de producción

Polyculture of Pacific fat sleeper (*Dormitator latifrons*) with red tilapia (*Oreochromis* spp.) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in production ponds

José Valverde¹, Álvaro Montero², Alexander Varela³

¹ Instituto Nacional de Aprendizaje, Núcleo Náutico Pesquero, Puntarenas, Costa Rica

² Propietario de Langostinos del Río, Alajuela, Costa Rica

³ Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora, México 0000-0002-5642-2160

Correspondencia: José Valverde Moya **E-mail:** jvalverdemoya@ina.ac.cr

Original article | Artículo original

Palabras clave

Especie nativa,
conversión alimenticia,
crecimiento,
piscicultura,
producción

RESUMEN | Dado que muchas de las especies utilizadas para fines acuícolas son exóticas y sin considerar el grado de alteración que pueden causar en los ecosistemas y especies nativas, este estudio se llevó a cabo con el objetivo de introducir una especie nativa como *Dormitator latifrons* a los sistemas tradicionales de acuicultura en estanques. Los sistemas de policultivo con especies de mayor valor comercial han proporcionado una estrategia útil para el desarrollo de la acuicultura sostenible de peces nativos. Por esta razón, este estudio evaluó el rendimiento de producción y el crecimiento de *D. latifrons* en policultivo con tilapia roja (*Oreochromis* spp.) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques de producción en Costa Rica. Juveniles con pesos iniciales de $36,5 \text{ g} \pm 7,7$ para *D. latifrons*, $14,2 \text{ g} \pm 7,5$ para tilapias y $13,1 \text{ g} \pm 8,4$ para langostinos, fueron utilizados durante la fase experimental realizada en 2 estanques divididos en 3 secciones de 24 m^2 . Los organismos fueron aleatoriamente distribuidos mediante un tratamiento con 3 réplicas en policultivo compuesto por 42 *D. latifrons* ($1,75 \text{ Ind./m}^2$), 34 tilapias ($1,42 \text{ Ind./m}^2$) y 27 langostinos ($1,12 \text{ Ind./m}^2$), mientras que en el control se utilizó, por triplicado, 30 *D. latifrons* en monocultivo a una densidad de siembra de $1,25 \text{ Ind./m}^2$. El policultivo de *D. latifrons* con tilapias y langostinos tuvo un efecto perjudicial en el crecimiento de los peces lo que demuestra una interacción negativa entre ellos, existiendo competencia por espacio y alimento. *Dormitator latifrons* puede adaptarse a la alimentación artificial y competir con otras especies como las tilapias en la etapa juvenil, pero no muestra el mismo comportamiento conforme crece, lo cual podría explicar la caída del crecimiento en las últimas 9 semanas en policultivo con mayor cantidad de individuos en el estanque. La productividad del policultivo, en términos de la biomasa final alcanzada, fue considerablemente más alta que en monocultivo al sembrarse y cosecharse mayor cantidad de organismos.

Keywords

Native species,
feed conversion,
growth,
fish farming,
production

ABSTRACT | Since many of the species used for aquaculture purposes are exotic and without considering the degree of alteration that they can cause in ecosystems and native species, this study was carried out with the aim of introducing a native species such as *Dormitator latifrons* to traditional pond aquaculture systems. Polyculture systems with species of higher commercial value have provided a useful strategy for the development of sustainable aquaculture of native fish. For this reason, this study evaluated the yield of production and growth of *D. latifrons* in polyculture with red tilapia (*Oreochromis* spp.) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Costa Rica. Juveniles with initial weights of $36.5 \text{ g} \pm 7.7$ for *D. latifrons*, $14.2 \text{ g} \pm 7.5$ for tilapia and $13.1 \text{ g} \pm 8.4$ for prawns were used during the experimental phase carried out in 2 ponds divided into 3 sections of 24 m^2 . The organisms were randomized using a treatment with 3 replicas in polyculture composed of 42 *D. latifrons* (1.75 Ind./m^2), 34 tilapias (1.42 Ind./m^2) and 27 prawns (1.12 Ind./m^2), while the control was used, by triplicate, with 30 *D. latifrons* in monoculture at a stocking density of 1.25 Ind./m^2 . The polyculture of *D. latifrons* with tilapia and prawns had a detrimental effect on the growth of the fish which demonstrates a negative interaction between them, with competition for space and food. *Dormitator latifrons* can adapt to artificial feeding and compete with other species such as tilapia in the juvenile stage, but does not show the same behavior as it grows which could explain the fall in growth in the last 9 weeks in polyculture with more individuals in the pond. The productivity of polyculture, in terms of the final biomass achieved, was considerably higher than in monoculture as more organisms were stocked and harvested.

INTRODUCCIÓN

El *Dormitator latifrons* (J. Richardson, 1844) es una especie presente en Costa Rica que, junto con *D. maculatus*, son conocidos con el nombre de pocoyo, tololo, choboto o guabina (Angulo, 2014), mientras que en otros países del continente son conocidos como chame (Ecuador), camote del Pacífico, guabina, sambo (El Salvador), chalaco, tololo, chopopo, pupo negro, poroco, popoyote, puyequé y durmiente de cabeza ancha o dormilón gordo del Pacífico, y en inglés “Pacific fat sleeper Goby” (Turnbull, 1980). Perteneció a la familia Eleotridae y se encuentra en las lagunas costeras con aguas salobres y corrientes turbias del litoral Pacífico, desde el norte de California hasta las costas del norte de Perú (Blasio y Álvarez, 2002; Gonzalez-Martinez *et al.*, 2020). *Dormitator latifrons* crece en aguas cálidas con temperaturas entre 21 y 30 °C y salinidades desde 0 hasta más de 34 g/L, tiene tolerancia a niveles de oxígeno tan bajos como 0,4 mg/L y pH de 6,4 a 9,4. Durante la época lluviosa y debido a las inundaciones, migran de las zonas río abajo hacia las llanuras aluviales río arriba (Chang y Navas, 1984). *Dormitator latifrons* ha sido evaluado en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 2019, donde está catalogado como de preocupación menor presentando una población estable que habita sistemas de agua dulce continental en humedales (tierra adentro) y agua marina en ambientes nerítico marino, intermareal marino y marino costero/supra mareal (Lyons y van Tassell, 2019).

Dormitator latifrons se consume regionalmente en ciertos países de Latinoamérica como Ecuador, México y algunos otros en regiones de la costa del Pacífico americano. Su carne es blanca y rica en proteínas siendo muy apreciado por su gran sabor y su alto aporte nutricional en países donde tiene una gran demanda en fresco (Bermúdez-Medrandá *et al.*, 2021). Además, posee la capacidad de sobrevivir varias horas fuera del agua, favoreciendo el transporte a sitios lejanos a su lugar de captura, por lo que presenta potencial como una alternativa económica en Ecuador a través de modelos de producción (Castro *et al.*, 2005). Se cultiva en forma rústica de pequeña escala utilizando métodos artesanales que no requieren de mucha infraestructura o inversión. Actualmente, los juveniles de engorde son extraídos de ambientes naturales lo que ha limitado el desarrollo de su cultivo y la sostenibilidad de esta práctica. Existe la necesidad de desarrollar los protocolos de larvicultura para esta especie con el fin de mantener los volúmenes de producción debido a las fluctuaciones naturales en la abundancia de los juveniles capturados en el medio silvestre donde, además, se ha notado una reducción en el tamaño de los peces y una pérdida de genética debido a la sobreexplotación (Reyes-Mero *et al.*, 2022).

En algunos estados del sur y sureste de México tiene importancia económica y social ya que su consumo es cotidiano en diversas comunidades costeras y ha sido procesado para obtener harinas y filetes en el centro del país (Vega-Villasante *et al.*, 2021). También hay interés sobre el cultivo de este pez en Nicaragua, donde la tilapia está alcanzando actualmente precios más altos que el camarón cultivado (Rodríguez-Montes de Oca *et al.*, 2012). Además, por la capacidad de sobrevivir fuera del agua por períodos prolongados y ser una especie eurihalina, es apta para utilizarla como carnada viva para la pesca deportiva, turística y de atún. Entre las especies que son utilizadas por pescadores recreativos en el sureste de EE. UU. están las pertenecientes al género *Dormitator* (Oesterling *et al.*, 2004). En Costa Rica habita los ecosistemas del manglar y se encuentra dentro de fincas camaroneras donde siempre se le ha dado un alto potencial para acuicultura, pero no se han hecho intentos de su cultivo comercial porque el interés únicamente se ha centrado al cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei*, al igual que ocurre en otros países de la costa del Pacífico americano (Asmat *et al.*, 2018).

La mayor parte de los estudios en especies nativas con potencial acuícola se han centrado en las especies marinas, mientras que la acuicultura continental se basa en especies exóticas como la tilapia, la carpa, el bagre de canal y otras. Hay especies nativas de agua dulce con alto potencial productivo, pero han sido poco estudiadas, como es el caso de *D. latifrons* (Vega-Villasante *et al.*, 2021). La introducción de peces nativos en sistemas de policultivo con peces de alto valor comercial ha proporcionado una estrategia útil para el desarrollo de una acuicultura sostenible, sobre todo en zonas rurales con escaso mercado regional y donde se hace necesario tener un impacto positivo en la divulgación de su tecnología de cultivo (Palma-Cancino *et al.*, 2020). Estudios del policultivo entre juveniles del langostino *Macrobrachium tenellum* y de *D. latifrons*, mostraron que se puede acelerar la sostenibilidad en las producciones de ambas especies (Musin *et al.*, 2022).

Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de introducir una especie nativa como *Dormitator latifrons* a los sistemas tradicionales de acuicultura en estanques de producción. Los sistemas de policultivo con especies de

mayor valor comercial han proporcionado una estrategia útil para el desarrollo de la acuicultura sostenible de peces nativos. Por esta razón, este estudio evaluó el policultivo del pocoyo (*D. latifrons*) con tilapia roja (*Oreochromis* spp.) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en términos del rendimiento de producción y el crecimiento de *D. latifrons*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en las instalaciones de la Estación Acuícola Langostinos del Río, ubicada en Barrio Jesús María de San Mateo, Alajuela, Costa Rica, con coordenadas 9°57'45" N y 84°33'40" O. Los juveniles de *D. latifrons* fueron capturados después de la cosecha de un estanque en la finca camaronera Frutas Marinas, ubicada a aproximadamente 130 km, en Damas de Quepos, Puntarenas (09°25'00" N; 84°10'00"). El transporte de los organismos se realizó por tierra, en tanques y neveras abiertos, sin agua, pero con una tela húmeda en el fondo y otra cubriendo los peces del sol directo y la deshidratación, la duración del viaje fue de 6 h, durante el día y a temperatura ambiente. La mayoría de los organismos llegaron vivos y activos, nadando al trasladarlos al agua dulce; excepto los que venían en el fondo, los cuales recuperaron su actividad de nado normal durante las primeras 24 h.

Los juveniles de *D. latifrons* se depositaron directamente en agua dulce en piletas de concreto de 2,7 m³ donde se sometieron a una etapa de cuarentena y acondicionamiento de 3 meses. Durante este período no se detectaron peces muertos, ni enfermos a simple vista. Los parámetros de la calidad del agua como el oxígeno disuelto y la temperatura del agua se midieron diariamente con un oxímetro marca Hanna. Estos peces fueron alimentados con alimento comercial Biomar™, extruido para tilapia con 30% de proteína, *ad libitum* dos veces por día (7:00 am y 4:00 pm), con el fin de que se habituaran al consumo de este tipo de alimento flotante. Con el fin de evaluar el sistema de policultivo, se utilizaron juveniles de tilapia roja *Oreochromis* spp. y de langostino *M. rosenbergii* producidos en la misma Estación Acuícola donde se llevó a cabo el experimento.

Después de la etapa de cuarentena, se procedió a capturar los juveniles con una red para cuantificarlos y separarlos por tamaños, pasándolos por una malla colocada en un tanque con agua con un grosor que solo permitía el paso de los pequeños y retenía a los grandes. En este estudio se utilizaron los organismos grandes con un tamaño inicial homogéneo por especie en policultivo. El peso inicial fue medido en 30 individuos al azar de cada especie utilizando una balanza electrónica Ohaus ($\pm 0,05$ g). Los pesos iniciales fueron de 36,5 g $\pm$ 7,7 para *D. latifrons*, 14,2 g $\pm$ 7,5 para las tilapias, y 13,1 g $\pm$ 8,4 para los langostinos.

La fase experimental se llevó a cabo en 2 estanques pequeños de tierra cubiertos con plástico de 72 m² y 0,8 m de profundidad utilizados para el cultivo comercial de langostinos, los cuales fueron modificados y divididos en 3 secciones de 24 m², utilizando red plástica con apertura de malla de 5 cm, prensada en el fondo y las orillas. Este diseño experimental dentro de un mismo estanque permite manejar la calidad del agua para que sea similar en todas las réplicas. Los organismos se dividieron aplicando un diseño estadístico experimental completamente al azar con un tratamiento y 3 réplicas en policultivo con 42 pocoyos (1,75 Ind./m²), 34 tilapias (1,42 Ind./m²) y 27 langostinos (1,12 Ind./m²), sin refugio artificial. En el control se utilizaron, por triplicado, 30 pocoyos en monocultivo a una densidad de siembra (1,25 Ind./m²) relativamente menor a la densidad de esta especie en el policultivo y sin considerar la sumatoria de las densidades de todas las especies, la cual fue de 4.29 Ind./m².

No se realizaron labores de preparación de los estanques, ya que el fondo fue cubierto con plástico negro y la aclimatación tampoco fue necesaria porque se trasladaron y sembraron directamente en recintos productivos cercanos con una temperatura del agua similar (28 °C) el día de la siembra.

Los organismos se muestrearon cada 30 días para la evaluación del peso en la misma balanza descrita anteriormente. Las raciones diarias de alimento balanceado se ajustaron según el peso y la biomasa estimada de las tilapias en policultivo y los pocoyos en monocultivo en los muestreos considerando un 100% de sobrevivencia dado que no se observaron peces muertos, ni aves capturándolos en el transcurso del ensayo. El suministro de alimento se mantuvo en un 3% de la biomasa estimada para las tilapias y los pocoyos, respectivamente. Los langostinos y pocoyos en policultivo no se alimentaron considerando que se aplicaba suficiente cantidad de alimento para las tilapias y presumiblemente en este sistema podían aprovechar las excretas de tilapias y sobras de alimento. Además, ambas especies pueden obtener su dieta principalmente de la cadena trófica y del bentos

generado de manera natural en estanques a cielo abierto con alta productividad primaria dedicados a la producción comercial.

El oxígeno disuelto y la temperatura del agua se midieron diariamente con un oxímetro marca Hanna, mientras que la transparencia del agua se midió 2 veces a la semana con un disco Secchi. Cuando los niveles de oxígeno disuelto eran inferiores a 3 mg/l, se utilizó aireación suplementaria en las noches con bombas de aireación sumergibles. Los recambios e ingresos de agua fueron superficiales y leves (5%), pero se incrementaron para reponer las pérdidas por evaporación y cuando el agua se tornaba turbia (Secchi <20cm) o de coloración verde hasta lograr una transparencia mayor a 30 cm.

Debido a los continuos recambios de agua y por la productividad primaria generada en los 2 estanques comerciales, se presumió que los niveles de otros parámetros químicos no iban a tener mayores fluctuaciones durante el período de estudio. Por tal motivo, el pH, la alcalinidad, la dureza y las concentraciones de amonio, nitritos y nitratos solo se determinaron mensualmente en los 2 estanques, siguiendo el procedimiento indicado por los métodos de titulación y colorimetría utilizando equipos de laboratorio portátiles para el análisis del agua de la marca Hach DR/820-DR/850 (Hach Company, 1999).

Los organismos se cosecharon bajando el nivel del agua en el estanque hasta que fuera posible capturarlos con pascones y atarrayas. Se trasladaron a las piletas donde se contaron y pesaron todos los de cada aposento de manera individual. Los pocoyos se separaron y pesaron por sexo debido a la facilidad para diferenciarlos, siendo el macho más colorido que la hembra y ambos tienen formas características de su papila genital que permiten sexarlos.

El efecto del policultivo de pocoyos con tilapias y langostinos sobre los rendimientos de producción se evaluó comparando los promedios $\pm$ desviación estándar de la sobrevivencia, peso final (g) y biomasa (g/m²) de cada fase. Se utilizaron las siguientes ecuaciones para evaluar el crecimiento y rendimiento de producción de la especie:

$$\text{Peso ganado, PG} = \text{Pf} - \text{Pi}$$

donde Pf es el peso final y Pi es el peso inicial.

Tasa de crecimiento específica,

$$\text{TCE} = [(\ln \text{Pf} - \ln \text{Pi}) / t] \times 100$$

donde ln Pf y ln Pi = logaritmo natural del peso húmedo final e inicial y t = tiempo en días

Tasa de conversión de alimentación,

$$\text{TCA} = \text{C/Bf} - \text{Bi}$$

donde C = cantidad de alimento; Bf y Bi = Biomasa final y biomasa inicial.

El índice del tamaño de la producción (ITP) combina la producción total (g/m²) con el peso promedio final (g) y da una medida de la habilidad del sistema para aumentar la producción mientras mantiene el peso. Se obtuvo por la fórmula:

$$\text{ITP} = \text{P} \times \text{Pf}/100$$

donde P = Producción y Pf = Peso promedio final.

La demostración de la existencia del crecimiento y su efecto sobre la producción del cultivo se hizo comparando los promedios $\pm$ desviación estándar de la tasa relativa de crecimiento semanal con la fórmula:

$$\text{TRC} = \text{Pf} - \text{Pi} / \text{Pi}$$

donde Pf y Pi = Peso final y peso inicial en cada tratamiento.

La evaluación estadística se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software STATGRAPHIC Plus 5.1, entre los tratamientos y los controles sobre las primeras mediciones de pesos a las 3 semanas de cultivo y en el transcurso de este según los datos de los muestreos. Al final del experimento se realizó el mismo análisis de los pesos promedios entre tratamientos, controles y entre controles y tratamientos. Finalmente,

se utilizó un contraste de rangos múltiples para darle consistencia a las diferencias de pesos finales entre controles y tratamientos, aplicando un procedimiento de comparación múltiple para determinar si las medias eran significativamente diferentes unas de otras, todo a un nivel de confianza 95% con el procedimiento de Fisher (LSD) y verificando los supuestos de normalidad y homocedasticidad.

RESULTADOS

Parámetros de la calidad del agua

Las variaciones mensuales de la temperatura y el oxígeno disuelto en las mañanas, así como de la transparencia del agua, en promedio para los 2 estanques con los recintos experimentales durante el período de estudio, se muestran en la tabla 1. Tal como se observa, las lecturas del oxígeno disuelto y la temperatura tuvieron valores promedio con poca variación ($2,98 \pm 0,52$ mg/L y $28,7 \pm 1,1$ °C, respectivamente) en los 2 estanques con los tratamientos y el control. El disco Secchi también presentó lecturas con escasa variación (39,4 cm promedio) con un intervalo de oscilación de 4.5 cm.

Tabla 1. Valores promedio y desviación estándar ($\pm$ DE) de parámetros fisicoquímicos del agua medidos en las mañanas durante los meses de estudio.

Meses	Oxígeno disuelto (mg/L)		Temperatura (°C)		Disco Secchi (cm)	
	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.
Junio	3,2	0,1	28,6	1,4	40,0	6,4
Julio	2,4	0,2	28,5	0,7	38,8	2,8
Agosto	2,5	0,4	28,9	1,3	44,9	3,5
Septiembre	4,3	0,5	29,3	1,8	40,5	8,5
Octubre	1,8	0,6	28,8	0,4	34,0	4,2
Noviembre	3,7	1,3	28,3	0,9	38,0	1,7

Los otros parámetros químicos medidos mensualmente en el agua de los estanques con los tratamientos y el control se presentan en la tabla 2. No se aprecian diferencias considerables entre ambos recintos productivos donde se generó una coloración verde producto del fitoplancton (Secchi <20cm) que debió corregirse con los recambios diarios (5%) e ingresos de agua hasta lograr una transparencia mayor a 30 cm.

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar ($\pm$ DS) de parámetros químicos del agua medidos mensualmente durante el período de estudio.

Parámetro	Tratamiento	Control
Alcalinidad (mg/L Ca CO ₃)	79,8 $\pm$ 12,6	81,8 $\pm$ 10,7
Dureza (mg/L Ca CO ₃)	119,6 $\pm$ 20,6	121,4 $\pm$ 17,0
pH	7,8 $\pm$ 0,3	7,5 $\pm$ 0,5
Nitratos (mg/L NO ₃)	3,9 $\pm$ 3,4	3,4 $\pm$ 1,7
Nitritos (mg/L NO ₂)	0,05 $\pm$ 0,02	0,09 $\pm$ 0,06
Nitrógeno amoniacal (mg/L NH ₃ -N)	0,63 $\pm$ 0,75	0,20 $\pm$ 0,17
Amoníaco (mg/L NH ₃)	0,02 $\pm$ 0,03	0,01 $\pm$ 0,01
Amonio (mg/L NH ₄)	0,81 $\pm$ 0,93	0,25 $\pm$ 0,21

Datos de producción

Los parámetros zootécnicos tanto para el control en monocultivo como para el tratamiento en policultivo con las 3 especies estudiadas se presentan en la tabla 3. Se observan diferencias significativas en el peso promedio alcanzado al final del cultivo por *D. latifrons* entre los tratamientos y los controles ($p < 0,05$) siendo superior en monocultivo que en policultivo. Esta superioridad del monocultivo también se observa en los otros parámetros del crecimiento como son el peso ganado (PG) (g), el % de peso ganado (% PG) (%), el crecimiento (g/d) y la tasa específica de crecimiento (%/g/día).

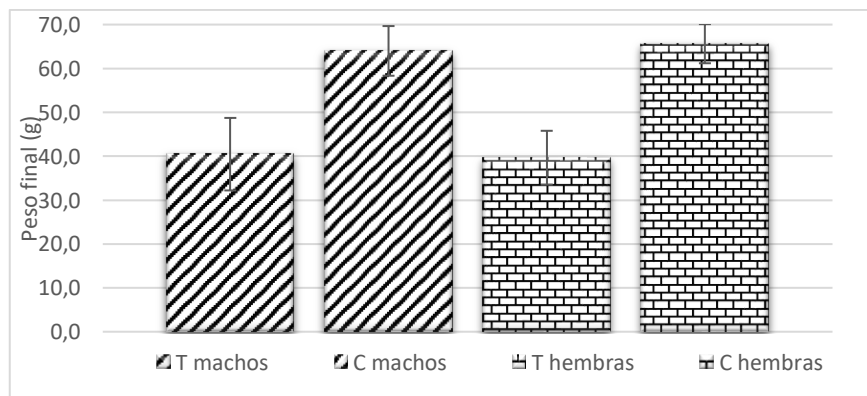
Tabla 3. Parámetros zootécnicos (promedio $\pm$ DE) del monocultivo de *D. latifrons* en comparación con el policultivo con langostinos y tilapias rojas. Diferentes letras representan diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$).

Parámetros zootécnicos	Control		Tratamiento	
	<i>D. latifrons</i>	<i>D. latifrons</i>	Langostinos	Tilapia roja
Peso inicial (g)	36,5 $\pm$ 7,7	36,5 $\pm$ 7,7	13,1 $\pm$ 8,4	14,2 $\pm$ 7,5
Peso final (g)	68,0 $\pm$ 22,1 ^a	39,9 $\pm$ 17,8 ^b	34,5 $\pm$ 12,1	63,4 $\pm$ 26,4
Peso ganado (PG) (g)	31,5 $\pm$ 3,1 ^a	3,4 $\pm$ 6,3 ^b	21,4 $\pm$ 1,3	49,2 $\pm$ 7,4
% de peso ganado (%PG) (%)	3149 $\pm$ 313 ^a	338 $\pm$ 628 ^b	2140 $\pm$ 134	4923 $\pm$ 737
Sobrevivencia (%)	60,0 $\pm$ 3,3	54,7 $\pm$ 25,1	23,5 $\pm$ 15,4	80,4 $\pm$ 11,9
Biomasa inicial (g)	1095,0 $\pm$ 7,7	1533,0 $\pm$ 7,7	353,7 $\pm$ 8,4	482,8 $\pm$ 7,5
Biomasa final (g)	1222,0 $\pm$ 26,8	1103,2 $\pm$ 212,6	266,7 $\pm$ 164,0	1718,3 $\pm$ 168,4
Biomasa ganada o perdida (g)	127,0 $\pm$ 48,9	-429,8 $\pm$ 230,4	-87,0 $\pm$ 176,1	1235,5 $\pm$ 194,8
Total de biomasa ganada (g)	127,0			1235,5
Consumo total de alimento (g)	500			5000
Tasa alimenticia (g/m ² *d)	0,12			1,22
Crecimiento (g/d)	0,2 ^a	0,02 ^b	0,1	0,3
Tasa específica de crecimiento (%/g/día)	0,36 ^a	0,05 ^b		0,88
Conversión alimenticia	3,9			4,0
ITP	3112 $\pm$ 500	1834 $\pm$ 457		
TRC	67,0 $\pm$ 3,1	38,9 $\pm$ 6,3		

De la tabla 3 se observa que la tasa de sobrevivencia entre *D. latifrons* fue similar, independientemente si estaban solos (60%) o acompañados en policultivo (55%). La sobrevivencia de las tilapias presentó un valor del 80% mientras que la de los langostinos fue la menor con un 24% en policultivo. La biomasa final alcanzada por *D. latifrons* aumentó en monocultivo (127 g) pero se redujo (- 430g) en policultivo al igual que lo hizo la biomasa (- 332g) de los langostinos. El índice del tamaño de la producción (ITP) de *D. latifrons* fue 1,7 veces superior en monocultivo (3112) que en policultivo (1834). Las tilapias tuvieron el mayor incremento en biomasa (1236 g) y contribuyeron a que la biomasa ganada fuera superior a la del monocultivo. El mayor aporte en biomasa de las tilapias en policultivo se dio por su alta sobrevivencia y el mayor incremento en peso (49 g) en el transcurso de la fase experimental. Los langostinos aportaron poco a la biomasa debido a la poca cantidad cosechada.

Las cantidades de alimento fueron de 500 g en monocultivo con una tasa alimenticia de 0,12 g/m²*d y de 5000 g en policultivo con una tasa alimenticia de 1,22 g/m²*d. Las elevadas conversiones alimenticias con valores cercanos a 4,0 en ambos casos muestran que las cantidades de alimento aplicadas, tanto para *D. latifrons* en monocultivo como para las tilapias en policultivo, fueron considerablemente altas existiendo siempre alimento disponible para que los organismos cultivados lograran alimentarse.

La superioridad en el peso final de *D. latifrons* en monocultivo con respecto al policultivo fue consistente para igual número de machos y de hembras tal y como se muestra en la figura 1.

**Figura 1.** Peso promedio final en igual número de machos y hembras de *D. latifrons* en los tratamientos (T) en policultivo con respecto a los controles (C) en monocultivo. Las líneas verticales indican la desviación estándar de los datos.

Bajo las condiciones experimentales de este estudio en estanques de producción, los incrementos de peso con respecto al peso inicial de *D. latifrons* en los tratamientos y el control (Fig. 2), muestran una superioridad de 10 veces en monocultivo (31,5 g) con respecto al policultivo (3,4 g) con $P < 0,05$.

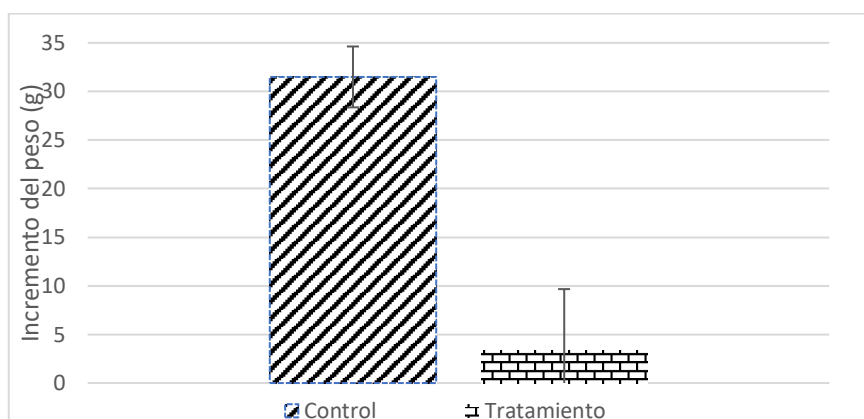


Figura 2. Incremento del peso (g) de juveniles de *D. latifrons* en monocultivo y policultivo con tilapias y langostinos. Líneas verticales indican la desviación estándar de los datos.

Al realizar el análisis de varianza sobre el incremento del peso durante el período de estudio, en las primeras biometrías a la tercera semana del cultivo se encontró una superioridad significativa del grupo de *D. latifrons* ($P > 0,05$) en los tratamientos con respecto al control. Posteriormente, dejaron de existir diferencias ($p > 0,05$) significativas en las semanas 7, 11 y 15, hasta que en el último muestreo realizado en la semana 24 de cultivo, el grupo de *D. latifrons* ($P > 0,05$) en el control en monocultivo superó significativamente a los del tratamiento en policultivo (Fig. 3).

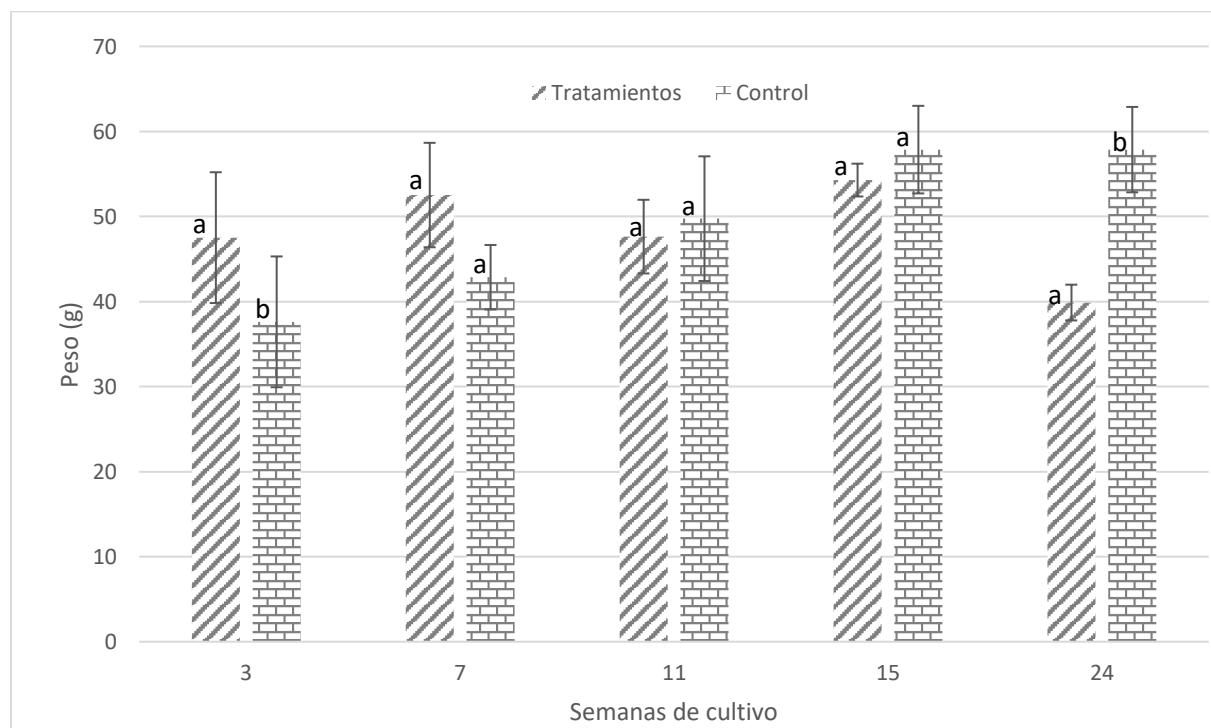


Figura 3. Aumento en el peso promedio de *D. latifrons* durante las semanas de cultivo. Diferentes letras representan diferencias estadísticas ($p < 0,05$).

Crecimiento

La demostración de la existencia del crecimiento y su efecto sobre la producción del cultivo se hizo comparando los promedios de la tasa relativa de crecimiento semanal (TRC) en peso. Del Cuadro 2 se observó que

esta fue 1,7 veces superior en monocultivo (67,0) que en policultivo (38,9) para *D. latifrons*, debido sobre todo a las distintas tasas de crecimiento (0,2 y 0,02 g/d, respectivamente), con $P < 0,05$.

En la figura 4 se observa la drástica disminución en el crecimiento de *D. latifrons* en policultivo a partir de la semana 15 hasta la 24, mientras que en monocultivo mostró un aumento en el crecimiento durante esas mismas semanas. En la figura 4 también se compara la tasa de crecimiento de las tilapias y se observa que detuvieron su curva de crecimiento en el mismo período de tiempo que *D. latifrons* en policultivo. Al final del cultivo, *D. latifrons* en el control tuvo un peso ligeramente superior al de las tilapias en los tratamientos.

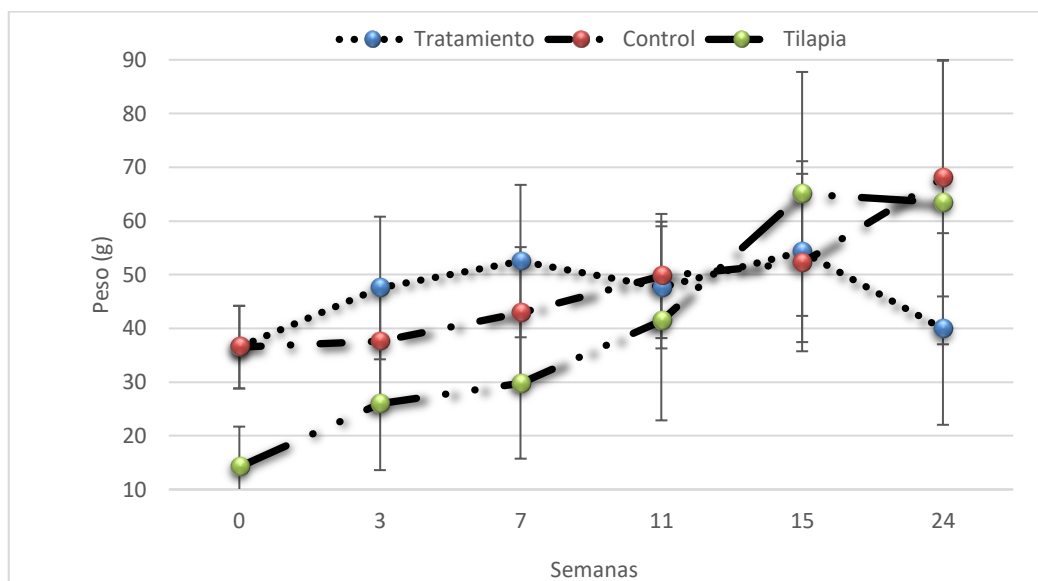


Figura 4. Tasa de crecimiento en peso de *D. latifrons* (azul) y tilapias (verde) en los tratamientos (policultivo) y el control (monocultivo). Las líneas verticales indican la desviación estándar de los datos.

La tasa específica de crecimiento (TEC) se muestra en la figura 5. De la figura se observa la superioridad de la TEC de las tilapias con respecto a la TEC de los pocoyos en ambos sistemas de cultivo. También se nota la disminución en la TEC de las tilapias y los pocoyos en policultivo desde la siembra hasta el final del período experimental, sobre todo de las semanas 15 a la 24, mientras que la TEC de los pocoyos en monocultivo se mantuvo relativamente constante a lo largo de este período.

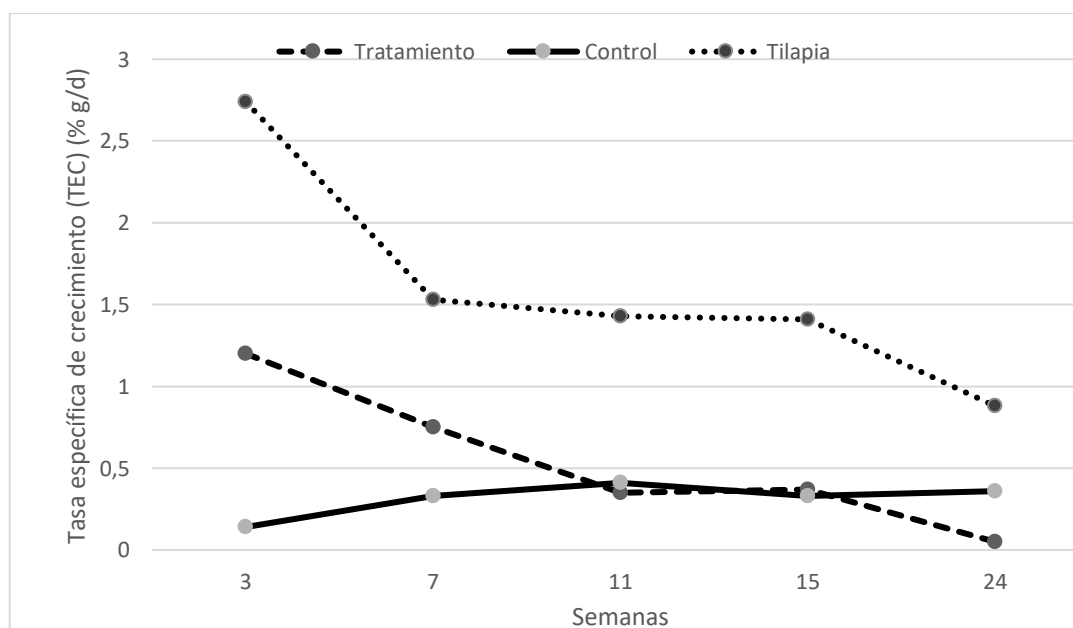


Figura 5. Tasa específica de crecimiento de *D. latifrons* en policultivo con tilapias (tratamiento) con respecto a un monocultivo (control) en similares densidades de siembra.

DISCUSIÓN

Los valores medidos del oxígeno disuelto y la temperatura tuvieron promedios en los 2 estanques dentro del intervalo (21 a 30°C) considerado adecuado para la cría o cultivo de *D. latifrons* (Freire, 2000). La transparencia del agua fue controlada con las lecturas del disco Secchi para mantener los valores arriba de los 25 cm en estanques de 0,8 m de profundidad. Lecturas más altas del disco indicarían alta transparencia del agua por escasa densidad de fitoplancton, pero no generaría suficiente alimento natural para las especies cultivadas. Valores más bajos del disco Secchi podrían provocar condiciones hipóxicas por exceso de microalgas y materia orgánica en suspensión. Cuando los niveles de oxígeno disuelto eran inferiores a 3 mg/l, se utilizó aireación suplementaria en las noches con bombas de aireación sumergibles. Los recambios e ingresos de agua fueron superficiales y leves (5%), pero se incrementaron cuando el agua se tornaba turbia (Secchi <20cm) o de coloración verde, hasta lograr una transparencia mayor a 30 cm. Se ha sugerido como la condición más importante para *D. latifrons*, que la fuente de agua sea abundante y de buena calidad con el fin de mantener los niveles adecuados de oxígeno disuelto de 2,0 mg/L en adelante con recambios de agua (5-10% /día) (Osejón *et al.*, 2018).

Los valores medidos de otros parámetros químicos podrían mostrar el efecto de tener mayor cantidad de organismos en policultivo que en monocultivo dentro de los encierros en los estanques de producción. La alcalinidad y dureza del agua estuvieron dentro de los valores de agua dulce natural. El valor promedio del pH fue ligeramente superior en el tratamiento, pero en ambos sistemas fueron neutros y dentro del intervalo considerado ideal (7.0-8.5) para organismos acuáticos de cultivo en estanques expuestos al sol con proliferación del fitoplancton. Los promedios medidos de nitratos y nitritos fueron similares entre ambos sistemas de cultivo, mientras que el nitrógeno amoniacal, el amoníaco y el amonio mostraron valores levemente superiores en el policultivo, probablemente debido a la mayor cantidad de organismos presentes y las mayores cantidades de alimento suplementario aplicadas. Las diferencias no fueron mayores por el estricto control que se hizo en el manejo del oxígeno disuelto en el agua en los estanques por medio de aireación suplementaria y los recambios diarios utilizando fuentes superficiales de abastecimiento del agua hasta lograr una transparencia mayor a 30 cm.

En términos generales, la calidad del agua no parece ser un factor determinante en el cultivo de *D. latifrons* dado que se adapta a una amplia variabilidad de ambientes, lo que le permite resistir considerables variaciones de su hábitat como son temperatura, pH y salinidad, entre otras. No obstante, las fuentes de agua que se utilicen deben ser abundantes y de buena calidad. En términos generales se recomienda un nivel de oxígeno disuelto arriba de 2,0 mg/L y una temperatura que fluctúe entre 21 a 30 °C para asegurar su óptimo crecimiento. Elevadas temperaturas afectan directamente la tasa metabólica y aumentan el consumo de oxígeno. Un pH entre 6,5 y 9,5 favorece el desarrollo de la productividad natural como una fuente importante de alimento para el desarrollo de *D. latifrons* (Universidad de Guadalajara, 2018).

La densidad de siembra utilizada en este estudio fue baja (1,25 Ind./m²) para *D. latifrons* en monocultivo, por lo que los peces contaron con suficiente espacio para sobrevivir y crecer. En policultivo, a la densidad inicial de 1,75 Ind./m² de *D. latifrons* debe sumársele la de las otras especies ahí presentes (1,42 Ind/m² de tilapias y 1,12 Ind./m² de langostinos) siendo el total de 4,29 Ind./m². Aunque no se puede descartar el efecto de la densidad de los otros organismos (tilapias y langostinos) sobre el crecimiento de *D. latifrons* por competencia de espacio y alimento, otros estudios han detectado que su crecimiento está relacionado a su propio espacio disponible con diferencias estadísticamente significativas entre las densidades poblacionales empleadas (Fundación Juanambú, 2015). Según este estudio, el mayor peso correspondió a la densidad de siembra más baja (2/m²), por lo que es probable que en densidades inferiores se pueden obtener mejores resultados de crecimiento. Sin embargo, bajas densidades de siembra no son recomendadas en sistemas de acuicultura comercial, donde se busca intensificar cada vez más los sistemas de cultivo, a menos que las especies nativas como *D. latifrons* se complementen con otras especies de mayor valor comercial como las tilapias y los langostinos mediante la implementación de un policultivo.

Diversos estudios se han realizado con el fin de determinar el efecto de las densidades de siembra sobre el crecimiento, la sobrevivencia, los rendimientos de producción y la fisiología del animal en términos del estrés provocado por altas densidades de cultivo. Los resultados no han encontrado diferencias significativas en densidades de siembra de 3, 5, 6 y 7 Ind./ m³ durante 90 días en tanques de concreto (Basto-Rosales *et al.*, 2019). Otros estudios utilizando densidades de cultivo considerablemente más altas (de 20 a 80 organismos/m³) tampoco

encontraron diferencias significativas en el crecimiento y la sobrevivencia, sin presentar la especie señales de estrés o respuesta inmune adversa asociada al incremento de la densidad de cultivo (Badillo-Zapata *et al.*, 2022). En términos generales, densidades más altas (15 peces/m²) en sistemas intensivos de cultivo han dado bajo crecimiento en comparación con las de 3 a 7 peces/m² en engordes extensivos (Zambrano-Andrade *et al.*, 2021). En los sistemas de engorde en Ecuador se han utilizado densidades de alrededor de 5 peces/m² alcanzando al cabo de 5 a 8 meses un peso comercial cercano a los 600 g. A partir del 2016, algunos productores han empezado a intensificar sus cultivos utilizando estanques con geomembranas, alimentación con balanceado de camarón, sistemas de aireación y otras técnicas logrando incrementar las densidades de siembra de 20 a 25 peces/m² (Santana-Piñeros y Cruz-Quintana, 2020). En este estudio, no se logró alcanzar ese peso en 5.6 meses de cultivo a pesar de utilizarse densidades menores en monocultivo y alimento extruido para tilapia en cantidades suficientes, dado que las conversiones alimenticias fueron cercanas a 4:1, sin considerar el alimento natural generado en el ecosistema.

Los individuos de *D. latifrons* en este estudio se alimentaron y mostraron crecimiento, aunque lento, tanto en el control en monocultivo como en el tratamiento en policultivo lo cual demuestra que no estuvieron pasando hambre. Durante la etapa de cuarentena y acondicionamiento fueron alimentados con alimento comercial Biomar™, extruido para tilapia con 30% de proteína, con el fin de que se habituaran al consumo de este tipo de alimento flotante. En la fase experimental se suministró el mismo alimento a un 3% de la biomasa estimada para las tilapias en policultivo y *D. latifrons* en monocultivo. En policultivo no se alimentaron los especímenes de *D. latifrons* directamente considerando que se aplicaba suficiente cantidad de alimento para las tilapias y presumiblemente en este sistema podían aprovechar las excretas de tilapias y sobras de alimento. *Dormitator latifrons* es una especie que, en un estanque a cielo abierto, con alta productividad natural y dedicado a la producción comercial con poco recambio de agua (5% diario), es capaz de alimentarse del detritus generado en el medio de cultivo dada su conducta alimenticia predominantemente detritívora (Badillo-Zapata *et al.*, 2022).

Aunque podría suponerse que los especímenes de *D. latifrons* no lograron alimentarse del alimento comercialmente extruido para tilapias porque flota en la superficie del agua, muchos estudios a nivel experimental lo han utilizado con 30-35% de proteína de diferentes marcas comerciales. Aplicándolo al 4% de la biomasa inicial sin cambios durante todo el estudio, no se encontraron diferencias en el crecimiento y sobrevivencia entre las diferentes densidades estudiadas en tanques plásticos (Badillo-Zapata *et al.*, 2022). En otro estudio, los mejores resultados de ganancia en peso se obtuvieron con alimento balanceado para tilapia con un 32% de proteína cuando se aplicó al 4% de la biomasa total en una densidad de 16 Ind. / m³ en jaulas (Agualsaca y Joe, 2015). Los resultados obtenidos con alimento para tilapia (35% proteína) ajustado al 4% a partir de los 30 días y hasta el final del cultivo, muestran que no hubo diferencias significativas en el rendimiento entre las densidades estudiadas durante 90 días en tanques de concreto, aunque el mayor incremento en peso se registró a la mayor densidad evaluada (7 Ind. /m³) (Basto-Rosales *et al.*, 2019).

Los pesos finales alcanzados por *D. latifrons* tanto en monocultivo como en policultivo, fueron bajos considerando que, en otros estudios, con una densidad de siembra (2 peces/m²) cercana a la utilizada en esta investigación, se alcanzó un peso de 188 g en un período de 3 meses en agua dulce (Fundación Juanambú, 2015). El crecimiento por lo general ha sido de 9.5 g/semana alcanzando pesos de 447 g en un lapso de 11 meses usando alimentación artificial (Castro *et al.*, 2005). El incremento del peso de los pocoyos en monocultivo (31,5 g) fue superior al reportado por Zambrano-Andrade *et al.* (2021) el cual fue de 15 g al cabo de 100 días de cultivo experimental usando densidades de siembra (15 peces/m²), mucho más alta que la utilizada en el presente estudio. Las tasas de crecimiento absoluto y específico (0,2 g/d y 0,36 %/g/día, respectivamente) obtenidas en este estudio en monocultivo también fueron superiores a las reportadas (0,1 g/d y 0,2 %/g/día) por los mismos autores con *D. latifrons* usando diferentes dietas proteicas en cultivos intensivos.

Los valores de sobrevivencia del pocoyo están por debajo del alcanzado al cabo de 5 meses (98%) en un estudio bajo condiciones de monocultivo en jaulas dentro de un estanque (Fundación Juanambú, 2015). Las tilapias en policultivo tuvieron una sobrevivencia del 80% la cual es similar a la reportada en otros estudios. Los langostinos fueron los más afectados por la presencia de peces ya que la sobrevivencia fue muy baja (24%). Los resultados sugieren que esto pudo deberse a la depredación de las tilapias sembradas con un tamaño relativamente grande. Un estudio reciente donde se probó la sobrevivencia de juveniles de *Macrobrachium tenellum* con *D. latifrons*, obtuvo sobrevivencias considerablemente más altas (> 80%) para los langostinos con o sin refugio y con la privación de alimentos durante 3 días a la semana (Musin *et al.*, 2022), lo cual sugiere que los pocoyos no afectarían la

sobrevivencia de los langostinos. También se descarta el canibalismo entre los langostinos ya que la sobrevivencia normal en monocultivo ha sido de 80% en siembra directa (Valverde y Varela, 2020) y 61% en engorde en fases con traslado de juveniles (Valverde, 2021). A pesar de que el uso de refugios para los langostinos no fue determinante en la sobrevivencia cuando estuvieron con pocoyos, cuando están con tilapias parece que si son importantes para contrarrestar la mortalidad de los langostinos. Existen ciertas especies de tilapias que son más agresivas que otras llegando a causar una mortalidad casi total de los langostinos (Musin *et al.*, 2022).

La conducta alimenticia omnívora y predominantemente nocturna de los pocoyos (Vicuña, 2010; Freire, 2012), hace suponer que son capaces de utilizar las sobras de alimento dejados por las tilapias como una fuente aceptable de alimentación, como ha sido observado cuando se utilizó alimento extruido que flota (Fundación Juanambú, 2015). Las aplicaciones alimenticias y el porcentaje de proteína en el alimento parecen no afectar de manera significativa el desarrollo del pocoyo en policultivo cuando la cantidad del alimento se calcula en función de la biomasa de los peces de valor comercial como las tilapias. Resultados usando dietas experimentales con harina de origen vegetal en comparación con 100% harina de pescado no mostraron diferencias significativas en el incremento de peso de *D. latifrons* al final del experimento (Zambrano-Andrade *et al.*, 2021). La aceptación de harinas de origen vegetal en la dieta comprueba su hábito de alimentación y su mayor aceptación por fuentes proteicas vegetales al tratarse de un pez detritívoro con tendencia a ser omnívoro. Conversiones alimenticias del orden de 1,3 para machos, 1,6 para hembras y 1,4 para poblaciones mixtas fueron obtenidas en jaulas dentro de estanques de concreto con una densidad de 9 peces/m³ y utilizando alimento balanceado para camarón con 35% de proteína (Jácome-Gómez *et al.*, 2021).

El crecimiento del pocoyo parece depender más de otras fuentes naturales de alimento que se pueden propiciar con la fertilización orgánica de los estanques o con la adición de vegetales en proceso de descomposición. En un estudio que utilizó heces fermentadas de ganado vacuno con harina de plátano y afrecho de arroz en forma de una pasta por 2 veces al día en una proporción del 4% de la biomasa, propició un buen crecimiento y ganancia de peso de los pocoyos (Freire, 2000). El tiempo de producción del pocoyo es de un año aproximadamente cuando no se le suministra alimentación suplementaria, aunque esto varía de acuerdo con la densidad de siembra y la calidad del agua (Osejos *et al.*, 2018).

Un comportamiento similar en el crecimiento de *D. latifrons* al observado en este estudio se atribuyó a la etología de la especie, ya que este pez es capaz de adaptarse a la alimentación artificial y competir con otras especies modificando sus hábitos de alimentación (Castro *et al.*, 2005) en sistemas de policultivo con la presencia de otras especies y mayores densidades de cultivo. Por tal razón, la presencia de otras especies y la competencia con ellas por espacio y alimento en mayores densidades podría explicar el menor crecimiento de *D. latifrons* en policultivo. Asociado con tilapia, sube a la superficie para alimentarse de los pellets de alimento comercial extrusado que flota durante la etapa juvenil. Posteriormente, va adquiriendo los hábitos alimenticios omnívoros y predominantemente nocturnos propios de la especie que prefiere alimentarse en el fondo de los recintos productivos. Este comportamiento de adaptarse a la alimentación artificial y competir con otras especies como las tilapias en la etapa juvenil sin mostrar el mismo comportamiento conforme crecen, podría explicar la caída del crecimiento en las últimas 9 semanas en policultivo con mayor cantidad de individuos en el estanque como son las tilapias y los langostinos. Cuando están solos logran mantener la curva de crecimiento debido a la falta de competencia de otras especies acompañantes, sobre todo las tilapias, que son agresivas en su alimentación. Al tener un mayor consumo de alimento natural por estar en muy baja densidad en monocultivo (1,25 peces/m²), e incluso a mayores densidades, se han reportado aceptables crecimientos.

En comparación con el peso final de las tilapias, el medido en los pocoyos fue inferior en policultivo con una diferencia final de 23,0 g, pero fue superior en monocultivo con una ventaja de 4,0 g debido a que las tilapias disminuyeron el crecimiento en las últimas semanas de cultivo. Aparentemente, el policultivo tuvo un efecto perjudicial en el crecimiento de los peces lo que demuestra una interacción negativa entre ellos existiendo competencia entre los pocoyos y las tilapias. El valor más alto de la TEC en las tilapias que en los pocoyos es un parámetro de comparación entre una especie introducida que tradicionalmente se cultiva con fines comerciales con una especie nativa en la que apenas se hacen los primeros intentos para tratar de cultivarla a nivel comercial, sin tener el mismo grado de domesticación y adaptación a las condiciones de encierro bajo cultivo en agua dulce. Estos datos contrastan con los obtenidos por Palma-Cancino *et al.* (2020), quienes sugieren una ausencia de interacciones negativas y antagónicas entre *D. latifrons* y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en cuanto al comportamiento

y el crecimiento individual entre ambas especies dado que las sobrevivencias fueron elevadas (98%) con tasas específicas de crecimiento considerablemente más altas (2,44 y 2,96 %/g/día, respectivamente) a las obtenidas en este estudio. El cambio de especie de tilapia utilizando *O. niloticus* en lugar de la tilapia roja podría mejorar los rendimientos para ambas especies y es algo que se recomienda determinar en un posterior estudio.

CONCLUSIONES

El policultivo de *D. latifrons* con tilapias y langostinos tuvo un efecto perjudicial en el crecimiento de los peces lo que demuestra una interacción negativa entre ellos existiendo competencia por espacio y alimento. El pocoyo puede adaptarse a la alimentación artificial y competir con otras especies como las tilapias en la etapa juvenil, pero no muestra el mismo comportamiento conforme crece, lo cual podría explicar la caída del crecimiento en las últimas 9 semanas en policultivo con mayor cantidad de individuos en el estanque.

Al evaluar la productividad del policultivo de *D. latifrons* con tilapias rojas y langostinos en términos de la biomasa final alcanzada, se obtuvo que esta fue considerablemente más alta en comparación con el monocultivo al sembrarse y cosecharse mayor cantidad de organismos. La ganancia neta en biomasa en policultivo fue 3,8 veces superior a la de los pocoyos en monocultivo. No obstante, se si compara cada especie de manera individual, se observa una pérdida en biomasa tanto en los pocoyos como en los langostinos en policultivo con las tilapias. Los langostinos fueron los más afectados por la presencia de peces ya que la sobrevivencia fue muy baja pudiendo deberse a la agresividad y depredación de las tilapias rojas sembradas con un tamaño relativamente grande y por la falta de refugios artificiales para los langostinos.

Dado que otros estudios sugieren una ausencia de interacciones negativas entre *D. latifrons* y la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en cuanto al crecimiento individual entre ambas especies, se recomienda determinar en un estudio posterior los resultados utilizando *O. niloticus* en lugar de la tilapia roja sobre los rendimientos de producción de ambas especies. Se deben continuar los esfuerzos para mejorar las condiciones del cultivo de *D. latifrons* considerando que es una especie nativa promisorio en la que apenas se hacen los primeros intentos para tratar de cultivarla a nivel comercial. Por ello, la información que se genere es sumamente importante con miras a consolidar un futuro paquete tecnológico para su cría o cultivo, particularmente en la costa pacífica de América y zonas aledañas.

REFERENCIAS

- Agualsaca J.G. 2015. Adaptación de chame (*Dormitator Latifrons*) sometido a cautiverio utilizando cuatro niveles de detritus y balanceado en su alimentación. Tesis de pregrado. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo, Ecuador. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9692>
- Angulo A. (2014). Nombres comunes y técnicos de los peces de agua dulce de Costa Rica. *Revista de Filología y Lingüística de La Universidad de Costa Rica*, 39(2):77–103. <https://doi.org/10.15517/rfl.v39i2.15061>
- Asmat R., Hidalgo A. Ramírez B. (2018). Maduración sexual de *Dormitator latifrons* (Richardson 1844) en cautiverio. *Manglar*, 15(2):93-98.
- Badillo-Zapata D., Tafoya-Sánchez D., Vargas-Ceballos M., Ruiz-González L., Rodríguez-Montes de Oca G., Palma-Cancino D., Vega-Villasante F. (2022). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y parámetros sanguíneos de *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). *Ecosist. Recur. Agropec.*, 9(3):e3310, <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3310>.
- Basto-Rosales M., Rodríguez-Montes de Oca G., Carrillo-Farnés O., Álvarez-González G., Badillo-Zapata D., Vega-Villasante F. (2019). Nota corta: Crecimiento de *Dormitator latifrons* bajo diferentes densidades en tanques de concreto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22:499-503.
- Bermúdez-Medranda A., Santana-Piñeros A.M., Isea-León F., Cruz-Quintana Y. (2021). Evaluación sensorial y estimación del rendimiento cárnico del chame *Dormitator latifrons*. *AquaTechnica*, 3(2):55-60. <https://doi.org/10.33936/at.v3i2.3661>

- Blasio E., Álvarez R. (2002). Propuesta de selección de especies de peces y moluscos para diversificación de la acuicultura marina. CENAIM, Guayaquil, Ecuador.
- Castro R., Aguilar G., de la Paz J. (2005). Conversión alimenticia en engordas puras y mixtas de Popoyote (*Dormitator latifrons* Richardson) en estanques de cemento. *Revista AquaTIC*, 23:45-52. <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/221/209>
- Chang B., Navas W. (1984). Seasonal variations in growth, condition and gonads of *Dormitator latifrons* (Richardson) in the Chone River Basin, Ecuador. *Journal of Fish Biology*, 24(6):637-648. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1984.tb04834.x>
- Freire C. (2000). El Chame: alternativa para usar las piscinas camaroneras. *Revista Raíces Productivas* 38: 32 - 36.
- Fundación Juanambú. 2015. Estudio del potencial acuícola del chame (*Dormitator latifrons*) en la Vereda El Olivo, municipio de Arboleda Berruecos, departamento de Nariño, Colombia. Universidad de la Costa, San Juan de Pasto, Colombia. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36602/Ver_Documento_36602.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- González-Martínez A., López M., Molero D., Rodríguez J., González M., Barba C., García A. (2020). Morphometric and meristic characterization of native chame fish (*Dormitator latifrons*) in Ecuador using multivariate analysis. *Animals*, 10(10):1805. <https://doi.org/10.3390/ani10101805.19>
- Hach Company. 1999. Instrument manual: DR/820, DR/850, DR/890 portable data logging colorimeter. Loveland, CO, USA. 73p.
- Jácome-Gómez J., Salcán-Sánchez E., de la Cruz-Chicaiza M., Jácome-Gómez L., Martínez-Sotelo M. (2021). Caracterización productiva del chame (*Dormitator latifrons*) bajo tratamientos de siembras sexados. *Dom. Cien.*, 7(5):856-869. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2286>
- Lyons T., van Tassell J. (2019). *Dormitator latifrons*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T183257A1735255>
- Musin G., Badillo-Zapata D., Vega-Villasante F., Chong-Carrillo O., Palma-Cancino D. (2022). Survival of the prawn *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) in confinement with the native fish *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). *Agro Productividad*, 1. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i1.2088>
- Oesterling M., Adams C., Lazur A. (2004). Marine baitfish culture: Workshop report on candidate species & considerations for commercial culture in the Southeast U.S. Ruskin, Florida. National Sea Grant College Program.
- Osejos M., Merino M., Jaramillo J., Merino M. (2018). Factores ecológicos y su incidencia en los ecosistemas del chame (*Dormitator latifrons*) en la Segua de Canuto cantón Chone, Ecuador. *Ciencia Digital*, 2(2):255-276.
- Palma-Cancino D., Vega-Villasante F., Vargas-Ceballos M., Álvarez-González C., Martínez-García R., Badillo-Zapata D., Chong-Carrillo O. (2020). First findings on bioeconomic feasibility of the polyculture of Pacific fat sleeper (*Dormitator latifrons*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under tropical conditions. Global Conference on Aquaculture, México. *Survival*, 98:98.
- Reyes-Mero B., Santana-Piñeros A.M., Muñoz-Chumo L., Cruz-Quintana Y., Gisbert E. (2022). Yolk absorption rate and mouth development in larvae of *Dormitator latifrons* (Perciformes: Eleotridae). *Fishes*, 7(6):375. <https://doi.org/10.3390/fishes7060375>

- Rodríguez-Montes de Oca G., Medina-Hernández D., Velazquez-Sandoval J., López-López V., Román Reyes J., Dabrowski K., Haws M. (2012). Producción de larvas de Chame (*Dormitator latifrons*, Pisces: Eleotridae) usando GnRH α and LHRH α . *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.*, 25(3):422-429.
- Santana-Piñero A.M, Cruz-Quintana Y. (2020). Perspectivas del cultivo de chame en Iberoamérica, con especial referencia a Ecuador. *Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui* 9:85-97.
- Turnbull D. (1980). Synopsis of biological data on the broad-headed sleeper goby, *Dormitator latifrons*. IDRC Manuscript reports, Vancouver, Canadá. 27.
- Universidad de Guadalajara. (2018). Impulsarán la tecnología del cultivo de langostino y del pez chame. <https://udg.mx/en/node/51335>
- Valverde J. (2021). Una contribución al entendimiento sobre el cultivo en fases del langostino *Macrobrachium rosenbergii* en Costa Rica. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 32(4):e20938. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i4.20938>
- Valverde J., Varela A. (2020). Efecto de la densidad de siembra en la productividad y rentabilidad del langostino *Macrobrachium rosenbergii* en la fase de engorde en estanques, Costa Rica. *Rev Inv Vet Perú*, 30(3):1-27.
- Vega-Villasante F., Ruiz-González L., Chong-Carrillo O., Basto-Rosales M., Palma-Cancino D., Tintos-Gómez A., Badillo-Zapata D. (2021). Biology and use of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* Richardson, 1844): state of the art review. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(3):391-403. <https://doi.org/10.3856/vol49-issue3-fulltext-2637>.
- Vicuña O. (2010). *Dormitator latifrons* (Chame). P. 63-70 En: Flores-Nava A., Brown A. (Eds). Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie Acuicultura en Latinoamérica, Número 1, FAO, Roma.
- Zambrano-Andrade V., Panta-Vélez R., Isea-León F. (2021). Crecimiento y supervivencia de juveniles de chame *Dormitator latifrons* (Richardson 1844) alimentados con dietas a base de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L. 1753, Plantae: Euphorbiaceae). *AquaTechnica*, 3(3):124-132. <https://doi.org/10.33936/at.v3i3.4115>

