



ESCUELA PROFESIONAL DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL
DE PIURA

VOLUMEN 1 / NUMERO 1 / AGOSTO 2026

BIOTA

PIURANA



Polluelos de *Phoenicopterus chilensis* en Laguna La Niña - Piura. Tomada por el Blgo. Karlom Herrera.

REVISTA BIOTA PIURANA

■ Revista Biota Piurana
■ Vol. 1, Núm 1, Agosto, 2026, PP. 01 - 60
■ Piura, Perú
■ ISSN:
■ Depósito legal:
■ rmarcialr@unp.edu.pe
■ Universidad Nacional de Piura

Editor: Dr. Ronald Marcial Ramos

Comité Editorial: Dr. Ronald Marcial Ramos, Dr. Robert Barrionuevo
García, Dr. Miguel Ángel Cortez Oyola, Dr. Richard Cadenillas
Ordinola, M.Sc. Adalberto Italo Salgado Leu, M.Sc. Lemin Abanto
Cerna

Diseño y diagramación: Blgo. Olinda Nataly Burga Hurtado

Disponible en <https://>

Campus Universitario s/n Castilla –Piura – Perú.

Teléfono: 998250546

Prohibida la reproducción total o parcial de los artículos publicados en esta revista.

REVISTA BIOTA PIURANA

VOLUMEN 1 - NÚMERO 1

AGOSTO 2026

EDITORIAL

En gran parte del mundo, la conservación de la biota depende de mantener y gestionar restos de vegetación nativa que quedan tras la tala o modificación extensiva para agricultura, silvicultura u otros usos productivos. Estas áreas varían en tamaño, forma, grado de aislamiento y propiedad. El proceso de fragmentación provoca cambios en el entorno físico y en la biota. En algunas partes del país, este proceso se ha producido durante largos períodos, mientras que en zonas colonizadas más recientemente, para el desarrollo agroindustrial, se ha producido principalmente en los últimos 30 años. La deforestación se ha acelerado en los últimos 50 años y es probable que las presiones por expansión humana hagan que el proceso continúe. Por lo tanto, la conservación de la naturaleza seguirá dependiendo, o dependerá aún más, de pequeñas áreas remanentes. Incluso, las grandes áreas reservadas como parques nacionales y reservas naturales, no son necesariamente lo suficientemente grandes para funcionar como entidades ecológicas completas e independientes de su entorno.

La situación se hace más compleja si la ecorregión en la que estamos asentados corresponde al bosque seco, ecosistema único y frágil, amenazado por actividades antrópicas que avanzan de forma descontrolada. Es considerado una zona de gran importancia ecológica, no solo por las condiciones y dinámica ambiental en las que se desarrolla, sino también por ser uno de los ecosistemas más amenazados. El bosque seco es estratégico para la conservación por sus características propias y beneficios socioambientales. Uno de los factores de mayor importancia para su conservación es el desarrollo excepcional de la diversidad biológica que allí se presenta. La adaptación de especies vegetales y animales a condiciones extremas y de muy poca disponibilidad de agua favorece la presencia de numerosas especies endémicas.

La estacionalidad ha generado diversas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en las especies que habitan este ecosistema. Por tal razón, el bosque seco sostiene una gran biodiversidad adaptada a condiciones extremas y presenta altos niveles de endemismo, con especies que no se encuentran en ningún otro ecosistema. Asimismo, la combinación de la estacionalidad y la actividad de los organismos determina los procesos y servicios ecosistémicos que la biodiversidad brinda a la humanidad.

La biodiversidad, los ecosistemas y paisajes naturales han sido fuente de inspiración para el arte, la cultura y cada vez más para la ciencia; por ello, surge Biota Piurana como un espacio para que la Piuranidad y, principalmente, los investigadores del norte del Perú, publiquen los trabajos que realizan sobre nuestra diversidad. Este medio permitirá poner la producción científica a disposición de la comunidad y motivar que la conservación sea entendida y gestionada, partiendo de la premisa de que es más fácil conservar lo que se conoce. Así, la conservación debe concebirse como una propiedad emergente generada a partir del balance entre preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y restauración de la biodiversidad, de manera que se mantenga o incremente la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos y el suministro de servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar humano.

Ronald Marcial
Editor
biotapiurana@gmail.com

CONTENIDO

VOLUMEN 1

NÚMERO 1

AGOSTO 2026

Tomada por el Blgo. Karlom Herrera



05

Dieta de *Otaria flavescens* “lobo chusco” e interacción con la pesca no embarcada en la Reserva Nacional de Illescas.

Nilson Litano & Ronald Marcial.

19

Reversión sexual de *Oreochromis niloticus* “tilapia” por administración oral de Acetato de Trembolona, Piura, Perú

Larry Aguilar, Ronald Marcial & Adderlin Zapata.

37

Concentración sérica de hormonas relacionadas a la tiroides en pacientes con hipotiroidismo atendidos en un centro médico de Piura, Perú

Esthefanny García & Jaime Fernández.

49

Fitoplancton en caletas de Cabo Blanco y El Ñuro, Talara, durante el desarrollo del niño costero.

Jesly Meza, Humberto Rivera, Juan López & Eva Neira.

59

Efecto del extracto alcohólico foliar de *Moringa oleifera* “moringa” lam, 1873, sobre el crecimiento de *Caesalpinia spinosa* “tara” kuntze, 1898

Rosario Ramos & Jaime Fernández.

Dieta de *Otaria flavescens* “lobo chusco” e interacción con la pesca no embarcada en la Reserva Nacional de Illescas.

Diet of *Otaria flavescens* “lobo chusco” and interaction with non-shipped fishing in the Illescas National Reserve.

 Nilson Litano^{1*}  Ronald Marcial¹

1. Escuela profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura, Perú.

*Autor de correspondencia:: joellitano27@gmail.com

Recibido: abril 20, 2026; Aceptado: mayo 06, 2026; Publicado: julio 17, 2026.

Resumen

Se determinó la dieta de *Otaria flavescens* mediante el análisis de 139 muestras fecales. Se identificaron 24 presas: 18 especies de peces, 5 de cefalópodos y 1 de crustáceo. *Anchoa nasus* fue la presa más abundante, representando el 24,91% del total, seguida por *Pleuroncodes monodon* (12,45%) y *Doryteuthis gahi* (10,62%). En términos de frecuencia de ocurrencia, *P. monodon* fue la más frecuente (17%), seguida por *A. nasus* (16,5%) y *Engraulis ringens* (12%). Se registra por primera vez la presencia de *Octopus mimus* en la dieta de *O. flavescens* en Perú. De las 33 especies capturadas por la pesca no embarcada, 8 se encontraron también en la dieta de *O. flavescens*, lo que equivale al 24,24% de solapamiento trófico. Esto evidencia la existencia de interacciones competitivas y operacionales entre la especie y la pesquería artesanal. Entre los pescadores encuestados, el 87,5% considera que los lobos marinos son perjudiciales, debido a la sustracción del recurso de sus redes y al daño que ocasionan a estas.

Palabras clave: peces, cefalópodos, Otariidae, encuestas, área natural protegida.

Abstract

The diet of *Otaria flavescens* was determined by analyzing 139 fecal samples. Twenty-four prey items were identified: 18 fish species, 5 cephalopod species, and 1 crustacean species. *Anchoa nasus* was the most abundant prey item, representing 24.91% of the total, followed by *Pleuroncodes monodon* (12.45%) and *Doryteuthis gahi* (10.62%). In terms of frequency of occurrence, *P. monodon* was the most frequent (17%), followed by *A. nasus* (16.5%) and *Engraulis ringens* (12%). This study records for the first time the presence of *Octopus mimus* in the diet of *O. flavescens* in Peru. Of the 33 species caught by non-boat fisheries, 8 were also found in the diet of *O. flavescens*, representing a 24.24% trophic overlap. This demonstrates the existence of competitive and operational interactions between the species and the artisanal fishery. Among the fishermen surveyed, 87.5% consider sea lions to be harmful, due to the removal of fish from their nets and the damage they cause to them.

Keywords: fish, cephalopods, Otariidae, surveys, protected natural area.

Introducción

La disponibilidad de alimento es uno de los factores más importantes que influyen en la supervivencia y reproducción de *O. flavescens* (Shaw, 1800). Muchos estudios se han centrado en las interacciones entre los pinnípedos y las pesquerías, que se clasifican como directas (operacionales) o indirectas (ecológicas), esta última implica la competencia entre pescadores y pinnípedos por una presa en particular, lo que involucra la disminución de estos individuos, debido al agotamiento de sus presas (Bustos et al., 2014).

O. flavescens se distribuye desde Zorritos, Perú, en el océano Pacífico hasta Torres, Brasil, en el océano Atlántico; se encuentra en Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de la UICN. Especie poligínica y sexualmente dimórfica, siendo los machos más grandes y pesados que las hembras. La reproducción ocurre durante el verano austral, entre mediados de diciembre y principios de febrero. Es oportunista; depreda principalmente especies pelágicas, demersales y bentónicas de peces, calamares y crustáceos, algunos de ellos de importancia comercial (Crespo et al., 2021).

La Reserva Nacional Illescas, ubicada en Sechura, Piura, alberga una población numerosa de “lobos marinos” *O. flavescens*, las zonas de ocurrencia son Lobera Chica, Lobera Grande y Punta Aguja (Domínguez, 2022). Estos juegan un rol importante en el equilibrio del ecosistema marino, al ser depredadores tope que mantienen bajo control las poblaciones de sus presas (Koen et al., 2000). Poco se conoce sobre los hábitos alimenticios de *O. flavescens* en la costa norte del Perú y sobre la interacción con la pesca no embarcada, al hacer uso ambos de los mismos recursos.

En el año 2010, Illescas fue identificada como una zona prioritaria para la conservación de la biodiversidad, siendo Zona Reservada (Wust, 1996, Tirira et al., 2004, Terán et al., 2004, Véliz et al., 2008, SERNANP, 2010). Sin embargo, mediante Decreto Supremo N° 038-2021-MINAN del 24 de diciembre 2021, se categoriza como Reserva Nacional de Illescas, donde se conservan alrededor de 120 especies de aves, 11 mamíferos, 13 reptiles y 67 especies de flora. Dentro de la variedad de especies, encontramos sapote y algarrobo; mientras que en fauna se registran mamíferos como murciélagos, zorro costero y lobo marino chusco; reptiles como serpientes y lagartijas; y aves como el halcón, pingüino de Humboldt y flamencos (El Peruano, 2021).

Sepúlveda et al. (2016) indican que los pinnípedos son los principales depredadores de varios ecosistemas y, por lo tanto, tienen una influencia potencial sobre la dinámica poblacional y trófica, además, se encuentran en constante interacción con las pesquerías. Existen estrategias de investigación para evaluar los tipos de competencia entre los lobos marinos y las pesquerías, una de ellas es mediante la composición de la dieta a partir de los elementos formes que puedan ser identificados en las heces. Constituye una herramienta importante para analizar el grado de superposición de las especies-presa que consumen y posteriormente interpretar su papel ecológico en el ecosistema marino de nuestra región. Por ello, los objetivos propuestos fueron determinar la composición de la dieta de *O. flavescens* y conocer cómo interacciona con la pesca no embarcada en la Reserva Nacional de Illescas.

Materiales y metodos

Area de estudio

Se encuentra ubicada en el distrito y provincia de Sechura, departamento de Piura. Abarca una extensión de 36 550,70 ha (El Peruano, 2021).

Las zonas de muestreo corresponden a dos puntos identificados como áreas de descanso o apostaderos de *O. flavescens* (Domínguez, 2022), siendo las siguientes:

Lobera Grande (Punta El Faro): (5°54'26,2"S 81°08'45,0"W); Punta Aguja: (5°47'03,4"S 81°04'11,5"W) (Figura 1).

Se recogieron muestras fecales de diciembre de 2023 a julio de 2024, previo recorrido por las zonas loberas, aprovechando espacios con menor presencia de individuos, para evitar el menor grado de perturbación hacia los mismos.

Con ayuda de una espátula y utilizando guantes de látex, se colectaron las heces en bolsas Ziploc rotuladas con el punto de colección, fecha y estado de la muestra (fresca o seca). A las muestras frescas se les añadió alcohol al 70% (Vásquez, 1995)

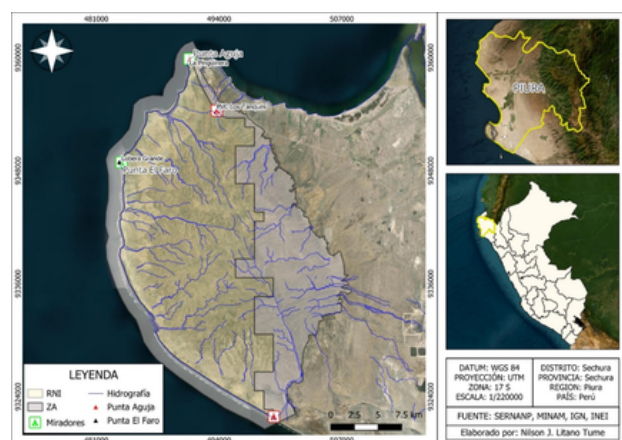


Figura 1: Ubicación geográfica de las loberas en la Reserva Nacional de Illescas (SERNANP, 2024).

Procesamiento de muestras:

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Ecología de la Universidad Nacional de Piura, se separó el material no digerido y que permitía reconocer a las presas del resto de material fecal, las muestras se filtraron con un cernidor de metal (0,5 mm de abertura) y con flujo de agua constante. Las estructuras encontradas se clasificaron en otolitos, picos de cefalópodos y otros, se almacenaron en bolsas con sus respectivos rótulos. En caso de los picos de cefalópodos se agregó alcohol 70% para su conservación; los otolitos en bolsas en seco, al estar formado de carbonato de calcio son afectados en cierto grado por el alcohol y especialmente por la formalina, siendo por ello adecuado preservarlos de esta forma (Croxall et al., 1993).

Análisis y determinación de la dieta:

En caso de otolitos y picos de cefalópodos fueron observados con un estereoscopio Motic SMZ-171, para la determinación de los otolitos se utilizaron las guías de García (2001), Oré (2017); para los picos Xavier & Cherel (2021), Torrejón et al. (2023).

Análisis de datos:

Con la información obtenida se realizó los siguientes análisis:

Abundancia Numérica (AN%) (Hyslop, 1980).

La abundancia numérica o relativa es la relación porcentual del número de otolitos de la especie determinada con respecto al total de otolitos de todas las especies presa.

$$AN\% = \left(\frac{N_i}{N_t} \right) \times 100$$

AN: Abundancia numérica
Ni: número total de individuos de cada especie determinada.
Nt= número total de individuos de todas las especies presa.

Índice de Levin (Bi):

Los valores de este índice están comprendidos entre cero y uno: valores menores a 0,6 indican que el depredador es especialista, ya que utiliza un número bajo de recursos, presentando una preferencia por ciertas presas, y los valores cercanos a uno indican que el depredador es generalista, ya que utiliza un mayor número de recursos sin ninguna selección (Labropoulou, 1997).

$$B_i = \frac{1}{n} - 1 \left[\left(\frac{1}{\sum P_{ij}^2} \right) - 1 \right]$$

Donde:
Bi= índice de Levin para depredador i.
Pij= proporción de la presa j en la dieta del predador i.
n= número de especies presa.

Estudio de interacción de la pesca no embarcada sobre las poblaciones de O. flavescens:

La identificación y descripción de las interacciones producidas entre la pesca no embarcada y los lobos marinos se examinó utilizando métodos complementarios: entrevistas a pescadores no embarcados y, observación in situ. La entrevista buscó comprender y analizar el conflicto que se presenta entre los lobos marinos y la actividad pesquera no artesanal, desde el punto de vista de los pescadores. Cada entrevista cubría: (1) datos personales, (2) determinación de la especie, (3) valoración de la especie, (4) interacción de la especie (Oliva et al., 2003) y

(Sepúlveda et al., 2007). Con la información obtenida se realizó un listado de las especies capturadas de la pesca no embarcada, para determinar la interacción con O. flavescens.

Resultados

Se colectaron un total de 338 otolitos, 78 picos de cefalópodos y 34 restos de P. monodon “munida”. A partir de los cuales se logró determinar 24 presas que conforman la dieta de O. flavescens en la Reserva Nacional de Illescas, de los cuales 18 fueron peces (Figura 3), 5 cefalópodos (Figura 4) y 1 crustáceo (Figura 5); determinando 22 a nivel de especie, 1 a nivel de género y 1 a nivel de familia (Tabla 1).

Tabla 1. Presas determinadas en muestras fecales de O. flavescens, diciembre 2023 a julio 2024, Reserva Nacional de Illescas, Sechura.

CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
PECES	ENGRAULIDAE	Anchoa nasus	samasa
		Engraulis ringens	anchoveta
		Cetengraulis mysticetus	ayamarca
	BATRACHOIDIDAE	Aphos porosus	pez fraile
	MERLUCHIDAE	Merluccius gayi peruanus	merluza
	CARANGIDAE	Trachinotus paitensis	pámpano
		Trachurus picturatus murphyi	jurel
	CHEILODACTYLIDAE	Cheilodactylus variegatus	pintadilla
	HAEMULIDAE	Anisotremus scapularis	chita

Table with 4 columns: Taxonomic Group, Family, Species, and Common Name. Rows include SCIAENIDAE (cachema, chula, suco, lorna, mojarilla), PARALICHTHYIDAE (lengüeta, lenguado de ojo grande), SCORPAENIDAE (diablico rojo), MYCTOPHIDAE (N.D.), GONATIDAE (gonatus), LOLIGINIDAE (calamar común), OMMASTREPHIDAE (pota, calamar gigante), ARGONAUTHIDAE (argonauta), OCTOPODIDAE (pulpo), and CRUSTÁCEOS (munida).

N.D.=No Determinado

Según la Abundancia Numérica, las especies con mayor abundancia fueron: Anchoa nasus (24,91%), P. monodon (12,45%) y Doryteuthis gahi (10,62%). Mientras que, el índice de frecuencia indica que, P. monodon fue la presa más frecuente (17%),

seguida de A. nasus (16,5%), Engraulis ringens (12%) y Merluccius gayi peruanus (8,5%) (Tabla 2).

Tabla 2. Presas en muestras fecales de O. flavescens, diciembre 2023 a julio 2024, Reserva Nacional de Illescas, Sechura.

Table with 4 columns: ESPECIE - PRESA, Ni, %AN, and %FO. Rows list various species and their corresponding values, including Anchoa nasus, Engraulis ringens, Cetengraulis mysticetus, Trachurus picturatus murphyi, Cynoscion analis, Callaus deliciosa, Menticirrhus paitensis, Paralanchurus peruanus, Pontinus furcirhinus, Cheilodactylus variegatus, Merluccius gayi peruanus, Aphos porosus, Anisotremus scapularis, Trachinotus paitensis, Stellifer minor, Hypoglossina macrops, Citharichthys platophrys, Myctophidae, and Pleuroncodes monodon.

<i>Octopus mimus</i>	12	4,4	5,5
<i>Doryteuthis gahi</i>	29	10,62	4
<i>Dosidicus gigas</i>	1	0,37	0,5
<i>Argonauta sp.</i>	3	1,1	1,5
<i>Gonatus antarcticus</i>	1	0,37	0,5
N.D.	12	4,4	6

Ni: Número de Individuos; AN: Abundancia Numérica; FO: Frecuencia de Ocurrencia; N.D.: No determinados.

Se obtuvo la amplitud del nicho trófico general del lobo chusco, aplicando el índice de Levin, obteniendo un valor de $B_i = 0,33$. El resultado de este índice indica que *Otaria flavescens* es un depredador especialista, presentando una dieta dominada por pocas especies-presa (Figura 2).

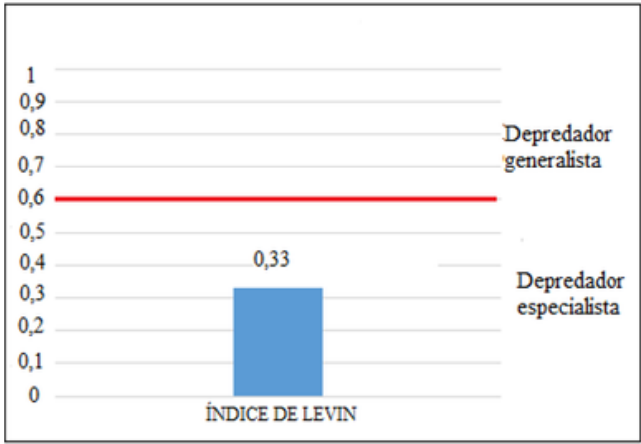


Figura 2: Índice ecológico de Levin para la amplitud trófica de *O. flavescens*.

Se determinaron 33 especies capturadas por la pesca no embarcada (Tabla 3), de las cuales 8 especies están en la dieta de *O. flavescens*, representando el 24,24%, presentándose las interacciones competitiva y operacional.

Las especies *Trachinotus paitensis*, *Cheilodactylus variegatus*, *Anisotremus scapularis*, *Cynoscion analis*, *Menticirrhus paitensis*, *Paralonchurus peruanus*, *Callaus deliciosa* y *Stellifer minor* son parte de la dieta del lobo chusco. La familia con más especies capturadas por la pesca no embarcada es Sciaenidae (8), así como la más numerosa en la dieta de *O. flavescens* con 5 especies.

Tabla 3. Especies capturadas por la pesca no embarcada en la Reserva Nacional de Illescas, Sechura.

CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
	POLYNEMIDAE	<i>Polydactylus approximans</i>	barbudo azul
		<i>Polydactylus opercularis</i>	barbudo amarillo
	MUGILIDAE	<i>Mugil cephalus</i>	lisa
	BLENNIIDAE	<i>Scartichthys gigas</i>	borracho
	CARANGIDAE	<i>Trachinotus kennedyi</i>	pámpano plateado
		<i>Trachinotus paitensis</i>	pámpano
	CHEILODACTYLIDAE	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	pintadilla
	HAEMULIDAE	<i>Anisotremus scapularis</i>	chita
		<i>Anisotremus interruptus</i>	berrugata
	LABRISOMIDAE	<i>Labrisomus philippii</i>	trambollo
	POMACENTRIDAE	<i>Chromis crusma</i>	chavela
	SCIAENIDAE	<i>Ctenosciaena peruviana</i>	bereche
		<i>Cynoscion analis</i>	cachema

		<i>Menticirrhus paitensis</i>	chula
		<i>Paralonchurus peruanus</i>	suco
		<i>Callaus deliciosa</i>	lorna
		<i>Sciaena fasciata</i>	Gallinaza
		<i>Stellifer minor</i>	Mojarilla
		<i>Umbrina xanti</i>	polla rayada
	SERRANIDAE	<i>Acanthistius pictus</i>	Cherlo
		<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla
		<i>Epinephelus acanthistius</i>	mero rojo
		<i>Mycteroperca xenarcha</i>	mero murique
	SPARIDAE	<i>Calamus brachysomus</i>	Marotilla
	PARALICHTHYIDAE	<i>Paralichthys adspersus</i>	Lenguado
	ARIIDAE	<i>Galeichthys peruvianus</i>	bagre
	OPLEGNATHIDAE	<i>Oplegnathus insignis</i>	loro negro
	ALBULIDAE	<i>Albula vulpes</i>	güirre
	TRIAKIDAE	<i>Mustelus mento</i>	tollo pintado
		<i>Mustelus whitneyi</i>	tollo común
	SQUATINIDAE	<i>Squatina californica</i>	angelote
	RHINOBATIDAE	<i>Pseudobatos planiceps</i>	guitarra común
	GERREIDAE	<i>Eugerres periche</i>	mojarra periche

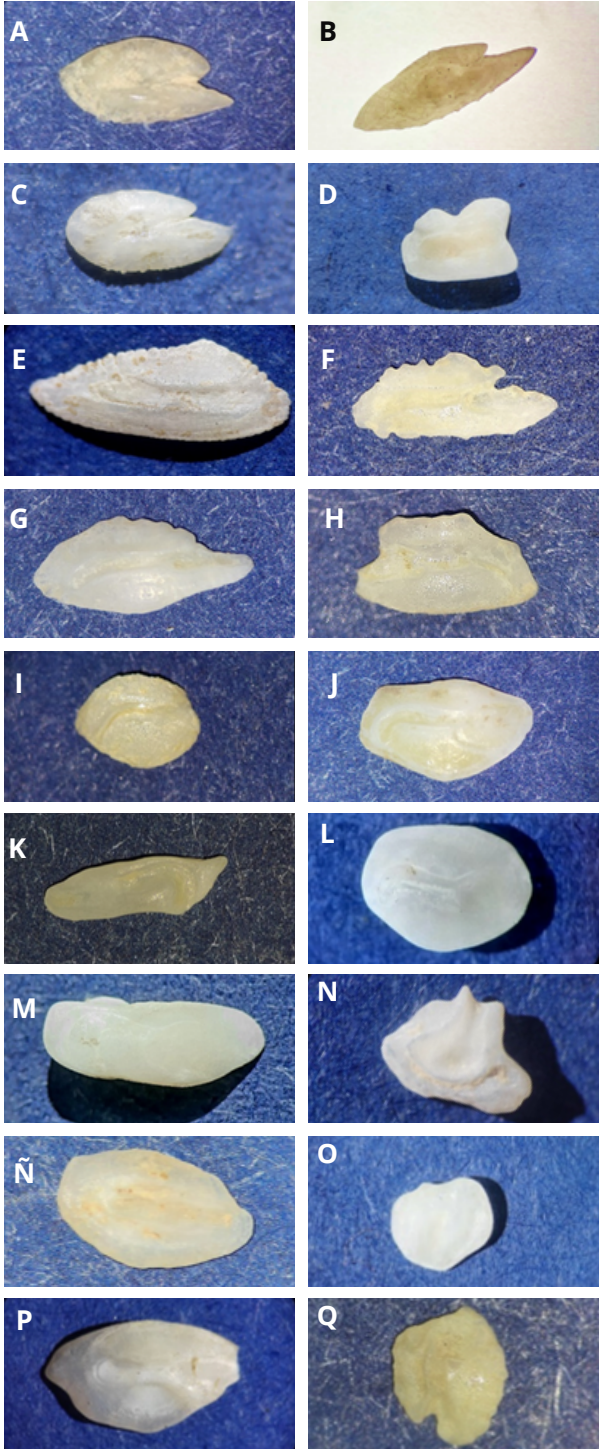


Figura 3: Otolitos identificados que corresponden: *Anchoa nasus* (A), *Engraulis ringens* (B), *Cetengraulis mysticetus* (C), *Aphos porosus* (D), *Merluccius gayi peruanus* (E), *Trachinotus paitensis* (F), *Trachurus picturatus murphyi* (G), *Cheilodactylus variegatus* (H), *Anisotremus scapularis* (I), *Cynoscion analis* (J), *Menticirrhus paitensis* (K), *Callaus deliciosa* (L), *Paralonchurus peruanus* (M), *Stellifer minor* (N), *Citharichthys platophrys* (Ñ), *Hippoglossina macrops* (O), *Pontinus furcirhinus* (P) y *Myctophidae* (Q).

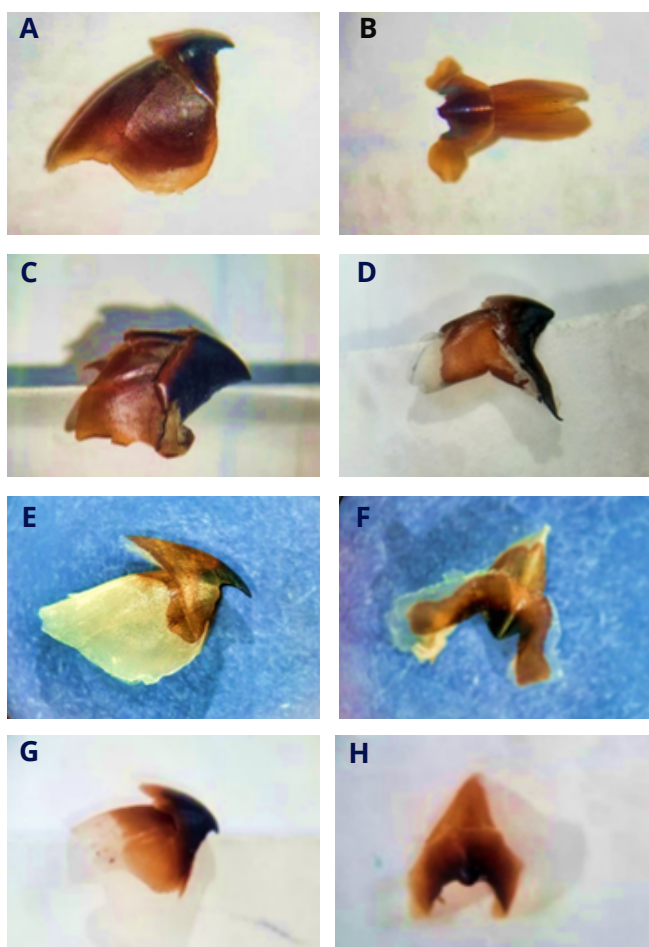


Figura 4: Picos superiores identificados para los moluscos: *Octopus mimus* (A), *Dosidicus gigas* (C), *Gonatus antarcticus* (D), *Doryteuthis gahi* (E) y *Argonauta* sp. (G); Picos inferiores en: *Octopus mimus* (B), *Doryteuthis gahi* (F) y *Argonauta* sp. (H).



Figura 5: Restos de *Pleuroncodes monodon*.

Discusión

Guamán (2019) reportó para *O. flavescens* en la Reserva Marina El Pelado, Santa Elena, Ecuador, una dieta compuesta por 15 presas: 11 peces, 2 cefalópodos y 2 crustáceos. En contraste, en la Reserva Nacional de Illescas se determinaron 24 presas, de las cuales 18 correspondieron a peces, 5 cefalópodos y 1 crustáceo. La mayor riqueza de presas registrada en Illescas sugiere un espectro trófico más amplio para *O. flavescens* en esta localidad.

La composición de la dieta de *O. flavescens* reportada presenta algunas especies presa en común con otros estudios para el Perú (Vásquez, 1995, Pickens, 1998). Coincidiendo con 8 especies de las 20 determinadas por Zavalaga et al. (1998) durante el evento El Niño. Sin embargo, se mencionan como presa más abundante y frecuente a la anchoveta, mientras que en Illescas la más abundante fue *Anchoa nasus* “anchoveta blanca” (Mar Tropical) y la más frecuente *Pleuroncodes monodon* “munida”, éste último debido a que es propio de masas de aguas frías (Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH)) tal como indica (Gutiérrez, 2008), existiendo intromisión de estas aguas en áreas de la reserva, por ello el recurso munida se hace accesible a los lobos marinos en la zona.

Castillo (2017) determinó 17 presas que conforman la dieta de *O. flavescens* en Isla Foca, Paita, Perú; de las cuales 14 fueron peces y 3 cefalópodos. En la Reserva Nacional de Illescas, se registraron 24 presas, de las cuales 13 coinciden con las reportadas para Isla Foca correspondientes a 10 peces y 3 cefalópodos; esto puede deberse a la disponibilidad del alimento para el lobo chusco en los meses evaluados y las variaciones anuales propias de los cambios debidos a la dinámica del mar peruano.

Ayala et al. (2021) determinaron 47 partículas de microplásticos, 21 otolitos de “anchoveta” *Engraulis ringens*, seis mandíbulas de cefalópodos (especie sin identificar), abundantes restos de munida *Pleuroncodes monodon* en Punta San Juan, Ica. En Illescas, la munida es la especie más frecuente en la dieta del lobo chusco, siendo esta un recurso importante en la alimentación no sólo para el lobo chusco, sino para aves marinas, como menciona Gutiérrez (2008).

O. flavescens fue determinado como generalista, su dieta compuesta principalmente de peces, crustáceos y moluscos, pero también es una especie oportunista, dieta está compuesta por la oferta ambiental de la presa de mayor disponibilidad, la cual varía de acuerdo con la región donde se encuentre (Koen et al., 2000, Capozzo & Perrin, 2009, Muñoz et al., 2013). Los resultados obtenidos en Illescas según el índice de Levin, *O. flavescens* es un depredador especialista (0,33); debido a que se adapta a las variaciones de las corrientes del mar peruano y la disponibilidad de presas, siendo estas especies de corrientes diferentes, por lo que los cambios en las masas de agua, influye sobre su espectro trófico.

Según Sepúlveda et al. (2007), los pescadores artesanales consideran que la única solución al conflicto es la aprobación de cuotas de captura de lobos marinos. Aunque dicho estudio no afirma que la eliminación de los lobos marinos reduzca el conflicto, Lavigne (2003) señala que la remoción de individuos por sí sola no constituye una solución a largo plazo para los conflictos operativos. En Illescas, 87,5% de los pescadores no embarcados percibe a *O. flavescens* como perjudicial y propone su eliminación como medida de control. Esta percepción resalta la necesidad de implementar programas de capacitación y educación ambiental que

destaquen la importancia ecológica de la especie y fomenten el respeto hacia otras forma de vida.

Las interacciones son de dos tipos, una biológica, donde ambos componentes son considerados como depredadores que compiten por los recursos y otra operacional, en que estos animales son considerados como agentes perjudiciales para las actividades de pesca. Las interacciones operacionales incluyen el enmalle en artes de pesca, capturas incidentales y caza de lobos, producto de la interacción de la pesca artesanal con los lobos marinos y, por otra parte, daños a las capturas y artes de pesca por lobos marinos (Crespo, 2012). En la Reserva Nacional de Illescas, entre la pesca no embarcada y la población de lobos chuscos se dan las interacciones competitiva y operacional por el recurso, compartiendo 8 especies (24,24%) todos de la familia Sciaenidae.

Pleuroncodes monodon forma parte significativa en la alimentación de la “merluza” *Merluccius gayi peruanus*, caballa *Scomber japonicus*, “jurel” *Trachurus murphyi*, “cachema” *Cynoscion analis*, “bagre” *Galeichthys peruvianus*. Constituye también el 75 % de la dieta de lobos de mar (Adriazola, 2022) y parte de la dieta de aves marinas como “zarcillo” *Larosterna inca*, “golondrina de mar” *Oceanodroma markami* y guanay *Phalacrocorax bouganvillii* en la península de Paracas. En Illescas, la presa más frecuente en la dieta de *O. flavescens* fue la munida, siendo un recurso importante para la alimentación de esta especie.

Los lobos marinos en la Reserva Nacional de Illescas tuvieron una dieta compuesta en gran medida por peces (66,3%), moluscos (21,26%) y crustáceos (12,45%), por el hábitat de las especies consumidas, preferentemente forrajeaban en el fondo del mar, aunque también consumen especies pelágicas. Su dieta se traslapó (24,24%)

de manera relativamente importante con las especies capturadas por los pescadores no embarcados en la zona y estuvo basada mayormente en especies que son de interés comercial.

La caza de *O. flavescens* en Perú es ilegal, por lo que los pescadores artesanales encuestados podrían ocultar información con respecto a la muerte del animal. Sin embargo, en algunas playas es frecuente encontrar especímenes muertos de esta especie que está protegida; muchas de estas muertes están relacionadas con la intervención humana, reflejando que no existe una fiscalización real del cumplimiento de la ley. La matanza de estos animales afecta sus niveles poblacionales y, desde el punto de vista de la conservación, también, ya que reduce eventos de reproducción.

Es necesario ampliar estudios sobre la ecología trófica y zonas de forrajeo para determinar posibles áreas de conflicto y solapamiento en el uso de recursos. Se considera necesario que observadores entrenados continúen monitoreando las interacciones entre la pesca artesanal y los pinnípedos, incluyendo una mayor escala temporal y espacial. Particularmente, importante resulta el empleo de algunos medios disuasivos asociados a las artes de pesca, de modo que se pueda reducir la interacción de *O. flavescens* con las artes de pesca de los pescadores no embarcados en la Reserva Nacional de Illescas.

Conclusiones

Se determinaron 24 presas que conforman la dieta de *O. flavescens* en la Reserva Nacional de Illescas, de las cuales 18 fueron peces, 5 cefalópodos y 1 crustáceo; se reportan 22 a nivel de especie, 1 de género y 1 de familia.

Las presas más abundantes fueron *Anchoa nasus* y las más frecuentes *Pleurocondes monodon*, en la dieta de *O. flavescens* en la Reserva Nacional de Illescas.

La familia de peces más abundante en la dieta de *O. flavescens* fue Sciaenidae con 5 especies, las cuales son *Cynoscion analis*, *Menticirrhus paitensis*, *Paralonchurus peruanus*, *Callaus deliciosa* y *Stellifer minor*. Se reporta por primera vez *Octopus mimus* en la dieta de *O. flavescens* en el Perú.

Se determinaron 33 especies capturadas por la pesca no embarcada, de las cuales 8 especies están en la dieta de *O. flavescens*, representando el 24,24%, presentándose las interacciones competitivas y operacionales.

La interacción de los lobos chuscos con la pesca no embarcada, en opinión de los pescadores encuestados, un 87,5% consideran que los lobos marinos son perjudiciales, sustraen recursos de sus redes y causan daño a estas.

Literatura citada

Adriazola, M. (2022). "Determinación de la influencia de la pesca incidental de munida (*Pleuroncodes monodon*) en la composición química de la harina de pescado". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4e6621e4-cc9b-4561-9ad8-8eb7de3784a4/content>.

Ayala, F., Cardeña, M., & Cárdenas, S. (2021). Registro preliminar de microplásticos en fecas del león marino sudamericano

- (*Otaria byronia* [de Blainville 1820]) recolectadas en Punta San Juan, Perú. Revista internacional de contaminación ambiental, 37.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v37/0188-4999-rica-37-273.pdf>.
- Bustos, R., Daneri, G., Volpedo, A., Harrington, A., & Varela, E. (2014). Diet of the South American sea lion *Otaria flavescens* during the summer season at Río Negro, Patagonia, Argentina. Aquatic Biology, 102 (4), 235-243.
- Cappozzi, H., & Perrin, W. (2009). South American sea lion (*Otaria flavescens*). Encyclopedia of Marine Mammals (2nd ed.), pp 1076-1079.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123735539002443>
- Castillo, K. (2017). Composición de la dieta de *Otaria byronia* “lobo chusco” en la Isla Foca. (Tesis para optar por el título profesional de biólogo). Universidad Nacional de Piura, Perú.
- Crespo, E., Oliva, D., Dans, S., & Sepúlveda, M. (2012). Estado de situación del lobo marino común en su área de distribución. Editorial Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- Crespo, E., Oliveira, L., & Sepúlveda, M. (2021). South American sea lion (*Otaria flavescens*, Shaw 1800). Ecology and conservation of pinnipeds in Latin America, 93-118.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-63177-2_6
- Croxall, J., Briggs, D., Kato, A., Naito, Y., Watanuki, Y., & Williams, T. (1993). Diving pattern and performance in the macaroni penguin *Eudyptes chrysolophus*. Journal of Zoology, 230, 31-47.
- Domínguez, T. (2022). Distribución y estructura poblacional de *Otaria flavescens* en la Reserva Nacional Illescas. (Tesis para optar por el título profesional de biólogo). Universidad Nacional de Piura, Perú.
- El Peruano. (2021). Conoce la importancia de la flamante Reserva Nacional de Illescas. Diario-oficial.
<https://elperuano.pe/noticia/136092-conoce-la-importancia-de-la-flamante-reserva-nacional-de-illescas>
- García, I. (2001). Patrones morfológicos del otolito sagita de algunos peces óseos del mar peruano. Instituto del Mar del Perú, 20 (1-2), 85 pp. Recuperado de: <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/151>.
- Guaman, J. (2019) Composición de la dieta del lobo marino común *Otaria flavescens* en la Reserva Marina El Pelado – provincia de Santa Elena (tesis de pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5039>
- Gutiérrez, M., Ramirez, A., Bertrand, S., Móron, O., & Bertrand, A. (2008). Ecological niches and areas of overlap of the squat lobster ‘munida’ (*Pleuroncodes monodon*) and anchoveta (*Engraulis ringens*) off Peru. Progress in Oce-

- anography, 79(2-4), 256-263.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S007966110800178X>.
- Hyslop, E. (1980). Stomach content analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17, 166-172.
- Koen, A., Crespo, E., Pedraza, S., García, N., & Coscarella, M., (2000). Food habits of the South American sea lion, *Otaria flavescens*, off Patagonia, Argentina. *Fish B-NOAA*, 98, 250-263.
- Labropoulou, M. & Eleftheriou, A.† (1997). The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology*, 50(2), 324-340.
- Lavigne, DM (2003). Mamíferos marinos y pesquerías: el papel de la ciencia. *Mamíferos marinos: turismo pesquero y cuestiones de gestión*, 2, 31-47.
- Muñoz, L., Pavez, G., Quiñones, R., Oliva, D., Santos, M., & Sepúlveda, M. (2013). Latitudinal variation in the diet of the South American sea lion revealed by stable isotopes. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 48, (3), 613-622.
- Oliva, D., Sielfeld, W., Duran, L., Sepúlveda, M., Pérez, M., Rodríguez, L., Stotz, W., & Araos, V. (2003). Interferencia de mamíferos marinos con actividades pesqueras y de acuicultura. Final Project Report FIP 03-32, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Chile. 216 pp.
- Oré, D. (2017). Catálogo fotográfico de otolitos de peces marinos y dulceacuícolas del Perú. *Boletín Instituto del Mar Perú*, 32 (2), 79 pp.
- Pickens, C. (1998). Análisis de la dieta del lobo chusco (*Otaria byronia*) en dos zonas del litoral sur del Perú durante 1996. (Tesis para optar el título de biólogo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122635/records/64775fa7bc45d9ecdbc2d9c3>.
- Sepúlveda, M., Pérez, M., Sielfeld, W., Oliva, D., Durán, L., Rodríguez, L., & Buscaglia, M. (2007). Operational interaction between South American sea lions *Otaria flavescens* and artisanal (small-scale) fishing in Chile: results from interview surveys and on-board observations. *Fisheries Research*, 83(2-3), 332-340.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165783606003717>.
- Sepúlveda, M., Neira, S., Pavés, H., Pavés, G., Santos, M., Sarmiento, R., Valencia, L., Arriagada, A., Colilef, A., Martínez, T., & Nuñez, P. (2016). Rol ecológico del lobo marino común en el territorio y aguas jurisdiccionales chilenas. INFORME FINAL PROYECTO F.I.P. Nº 2014 – 28. Fondo de investigación pesquera Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Servicio Nacional De Áreas Naturales Protegidas Por El Estado - SERNANP (2010). Ministerio del Ambiente. <http://www.sernanp.gob.pe/sistema-de-islas-islotes-ypuntas-guaneras>.

Servicio Nacional De Áreas Naturales Protegidas Por El Estado - SERNANP (2024). Ministerio del Ambiente. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1945785-reserva-nacional-illescas>.

Terán, M., Campos, E, Clark, K., Ruiz, D., Guarderas, P., Jiménez, P., Denkinger, J., Ortiz, E., & Suárez, C. (2004). Portafolio de Sitios Prioritarios para la Conservación dentro de la Unidad de Planificación. Ecorregional Pacífico Ecuatorial: - Componente. Marino.

Tirira, D., Almeida, P., Padilla, D., Cortés, K., Díaz, M., Álvarez, U., Pinos, G., Boada, C., & Soria, P. (2004). Evaluación Ecorregional Pacífico Ecuatorial: Componente Terrestre. Quito, Ecuador: Alianza Jatun Sacha, CDC - Ecuador, CDC - UNALM, The Nature Conservancy.

Torrejón, R., Arrese, V., Acuña, N., Rodríguez, J., Alfaro, J., Mangel, J., & Córdova, F. (2023). «Descripción e identificación de picos de algunas especies de cefalópodos obtenidos a partir de estómagos de tiburones en el norte del Perú». South Sustainability, 4(1), e078. DOI: 10.21142/SS-0401-2023-e078.

Vásquez, P. (1995) Determinación de los hábitos alimentarios de *Arctocephalus australis* y *Otaria byronia* en Punta San Juan de Marcona, Ica, Perú (Tesis para optar el Grado Académico de Magíster Scientiae). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Veliz, C., Tovar, A., Tovar C., Regal F., &

Vásquez, P. (2008). ¿Qué áreas conservar en nuestras Zonas Áridas? Seleccionando sitios prioritarios para la conservación en la Ecorregión Desierto de Sechura, Perú. Zonas Áridas, 12 (1)..

Wust, W. (1996). Propuesta de áreas protegidas para aves. En Rodríguez, L. (Ed.), Diversidad Biológica del Perú, Zonas prioritarias para su conservación (65-70). Lima, Perú: FANPE, G.TZ, INRENA.

Xavier, J., & Cherel, Y. (2021). Cephalopod beak guide for the Southern Ocean: An update on taxonomy. Cambridge: British Antarctic Survey.

Zavalaga, C., Paredes, R., & Arias, M. (1998). Dieta del lobo fino (*Arctocephalus australis*) y del lobo chusco (*Otaria byronia*) en la costa sur del Perú en febrero de 1998. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1262>.

Agradecimientos

Agradecemos a Cementos Pacasmayo por el financiamiento de la presente investigación. Asimismo, expresamos nuestro reconocimiento al guardaparque Carlos Pingo Anyarín por el apoyo brindado durante las actividades de campo, al biólogo Frank Suárez Pingo, al médico veterinario Carlos Calvo-Mac, al biólogo Juan Carlos Soto Quispe y a Félix Ayala Torres por sus valiosos comentarios y contribuciones al desarrollo de este trabajo: Los permisos para la realización de la investigación y la colección de muestras fueron otorgados por el Servicio

Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), a través de la Reserva Nacional Illescas.

Rol de los autores

NL: Conceptualización, Metodología; Análisis formal, Adquisición de fondos, Redacción: revisión y edición. RM: Conceptualización, Supervisión, Administración de proyecto y Redacción: revisión y edición.

Aspectos éticos

Los autores declaran que todos contribuyeron significativamente al desarrollo de la investigación y aprueban la versión final del manuscrito para su publicación. Asimismo, manifiestan que no existe conflicto de intereses y que la investigación se realizó conforme a las normas éticas y legales vigentes.

El estudio contó con los permisos correspondientes emitidos por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) para la realización de las actividades de investigación y recolección de muestras. Las fuentes de financiamiento se detallan en la sección de Agradecimientos.

Los autores declaran no haber incurrido en prácticas antiéticas durante el desarrollo de la investigación ni en la elaboración del manuscrito.

Reversión sexual de *Oreochromis niloticus* “tilapia” por administración oral de Acetato de Trembolona, Piura, Perú

Sex reversal of *Oreochromis niloticus* by oral administration of Trenbolone Acetate, Piura, Peru

 Larry Aguilar^{*1}  Ronald Marcial¹  Adderlin Zapata²

1. Escuela profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura, Perú.

2. Centro de Acuicultura del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES), Piura.

* Autor de correspondencia: larrystewaraguilarrivera@gmail.com

Recibido: abril 20, 2026; Aceptado: mayo 06, 2026; Publicado: julio 17, 2026.

Resumen

Se evaluó si la administración oral de acetato de trembolona (ATB) puede revertir sexualmente y afectar el crecimiento de alevines hembras de *Oreochromis niloticus*. Para ello, se distribuyeron 1 200 alevines en 6 unidades experimentales. Durante 30 días, se ofreció alimento con acetato de trembolona en diferentes dosis: 25 mg/Kg (T1), 50 mg/Kg (T2), 75 mg/Kg (T3) y 100 mg/Kg (T4); asimismo, también fue ofrecido alimento sin hormona (CN) y con 17 α -metiltestosterona a 60 mg/Kg (CP). Para la evaluación del crecimiento, al 20% de la población de cada unidad experimental se le realizaron biometrías (peso y longitud) al inicio y al finalizar el periodo de reversión sexual, encontrándose diferencias estadísticas significativas en el peso de los alevines alimentados con CN frente a alimentados con T2, T3 y T4, así como también en la longitud en CN frente a T3 Y T4. Para la diferenciación sexual se realizó la técnica de Squash al 50% de la población, esto nos permitió saber el porcentaje de machos que se obtuvo en cada unidad experimental, los cuales fueron: 51% (CN), 97% (CP), 74% (T1), 73% (T2), 81% (T3) y 90% (T4).

Palabras clave: Andrógeno, masculinización, crecimiento, piscicultura.

Abstract

It was evaluated whether oral administration of trenbolone acetate (TBA) could reverse sexuality and affect growth in female *Oreochromis niloticus* fry. For this purpose, 1 200 fry were distributed in 6 experimental units. For 30 days, feed with trenbolone acetate was offered at different doses: 25 mg/Kg (T1), 50 mg/Kg (T2), 75 mg/Kg (T3), and 100 mg/Kg (T4); likewise, feed without hormone (CN) and with 17- α -Methyltestosterone at 60 mg/Kg (CP) was also offered. For growth assessment, 20% of the population of each experimental unit underwent biometrics (weight and length) at the beginning and at the end of the sexual reversal period, finding significant statistical differences in the weight of the fry fed with CN compared to those fed with T2, T3, and T4, as well as in the length in CN compared to T3 and T4. For sexual differentiation, the squash technique was performed on 50% of the population; this allowed us to know the percentage of males obtained in each experimental unit, which were: 51% (CN), 97% (CP), 74% (T1), 73% (T2), 81% (T3) and 90% (T4).

Keywords: : Androgen, masculinization, growth, pisciculture.

Introducción

La acuicultura es la crianza de seres vivos como peces, moluscos, crustáceos, quelonios, etc., en ambientes acuáticos naturales o artificiales, controlados con la finalidad de obtener producciones destinadas al consumo local o con fines comerciales. La crianza de peces (piscicultura) es una actividad controlada y con rentabilidad económica de los recursos ícticos, cuyo fin es la producción de alimento para el consumo humano y evitar la sobreexplotación de peces en el medio natural (Pereyra, 2013).

La contribución de la acuicultura alcanzó un récord del 49,2% en 2020 respecto a la producción mundial de animales acuáticos, siendo la acuicultura de animales acuáticos alimentados superior a la acuicultura que no suministra alimento (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Acuicultura [FAO], 2022).

Perú, país que goza de reconocimiento por la importante actividad pesquera, ha incursionado en emprendimientos acuícolas en diferentes modalidades y magnitudes, los que a principios del siglo en curso han logrado un veloz crecimiento, aunque focalizado en pocas regiones, en las que destacan: Puno, Tumbes, Áncash, Piura, Huancavelica, Junín y San Martín (Berger, 2020) y las especies que dominan la producción acuícola son: concha de abanico, trucha, langostino y tilapia (Ramírez, Sandoval & Vicente, 2018).

La tilapia es una especie originaria de África. Es un cíclido; su producción está desarrollada básicamente en el departamento de San Martín, pero actualmente se viene trabajando en otros lugares. En la costa y en San Martín encontramos a *Oreochromis niloticus*, en Piura con

Oreochromis aureus (ND 41), *Oreochromis sp.* variedad chitralada y con variedad roja en Lima, La Libertad, Lambayeque, Ica y San Martín (Ramírez et al., 2018).

Uno de los inconvenientes en la producción de tilapias, sin duda alguna, es la elevada precocidad para la reproducción, lo que afecta su óptimo crecimiento y genera superpoblación (López, Carvajal & Botero, 2007), así mismo, el cultivo de la tilapia del Nilo ha crecido tan notoriamente que está próxima a convertirse en la especie de tilapia más cultivada, siendo esto posible gracias al desarrollo de técnicas de reversión sexual que evita los problemas asociados con la maduración precoz (Alcántar, Santos, Moreno & Antonio, 2014).

En el cultivo comercial de tilapia se emplean hormonas para la producción de cultivos monosexo, exclusivamente de machos debido a su mejor tasa de crecimiento. La administración de hormonas se da comúnmente por medio de dietas a alevines inmediatamente después de la eclosión, siendo la 17- α -Metiltestosterona la hormona masculinizante con mayor efectividad (Alcántar et al., 2014). Lamentablemente, en ciertos países es difícil adquirir este andrógeno (Gálvez, Morrison & Phelps, 1996).

Una alternativa que se muestra para superar el obstáculo de la obtención de la 17- α -metiltestosterona es el uso del esteroide acetato de trembolona, el cual es vendido mundialmente y está aprobado para su uso en el ganado (Roche & Quirke, 1986).

En *Oreochromis niloticus* se ha administrado acetato de trembolona (ATB) por inmersiones. Phelps, Arnt & Warrington (1999) lo realizaron en acuarios con densidades de 33 peces/L con dosis de 500 mg ATB/L, obteniendo poblaciones que oscilaban entre 43,7% y 54,3%

de machos. Por otro lado, Bart, Athauda, Fitzpatrick & Contreras (2003), además de administrar ATB con dosis de 100 y 250 µg/L, usaron ultrasonidos para mejorar los resultados en las inmersiones, produciendo poblaciones de 100% machos con la segunda dosis.

Se tuvo como objetivos revertir sexualmente a hembras de *Oreochromis niloticus* “tilapia” por administración oral de acetato de trembolona; determinar la dosis de acetato de trembolona con mayor porcentaje de masculinización y determinar si la hormona afecta el crecimiento de los peces.

Materiales y metodos

Area de estudio

Se llevó a cabo durante setiembre y diciembre del 2024 en el Centro de Acuicultura del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES), ubicado en el Campus de la Universidad Nacional de Piura en Miraflores, Castilla, Piura (5°10'46"S 80°36'52"W).

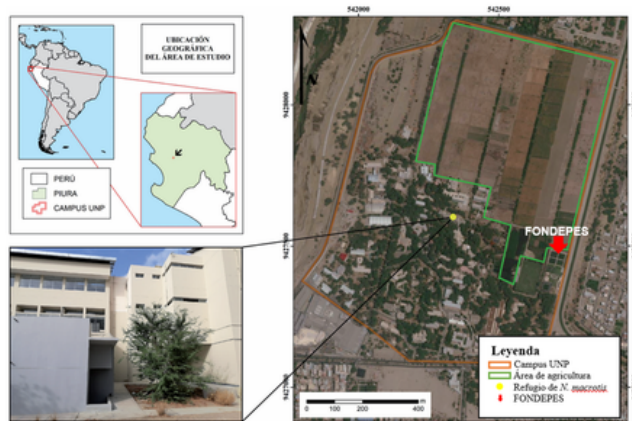


Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de Piura y el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). Modificado de Carrasco (2024).

Posterior a la fase de reproducción, colección e incubación de huevos, los alevines de

Oreochromis niloticus se obtuvieron de la sala de incubación del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero “FONDEPES”. Se utilizaron un total de 1 200 individuos con longitud total media de 0,8 cm, los cuales se distribuyeron en 6 hapas a razón de 200 individuos por cada una, que corresponde a dos controles y cuatro tratamientos. Las hapas se instalaron en un estanque recubierto de geomembrana de 500 m² y cada una de ellas presentó las siguientes dimensiones: 4 m de largo por 3 m de ancho y 1,5 m de profundidad.

Preparación de dietas experimentales

Se evaluó 6 dietas experimentales, 2 controles (control negativo y control positivo) y 4 tratamientos con Acetato de Trembolona. Todas las dietas se prepararon con alimento balanceado para peces de la marca AquaPro Perú, la cual contiene 45% de proteína.

Control negativo (CN): esta dieta consistió en la mezcla de 1 Kg alimento con 500 mL de alcohol etílico al 96%.

Control positivo (CP): incluyó la hormona 17-α-Metiltestosterona (MT) en el alimento. Para ello, se preparó la solución madre con 1 g de MT en 500 mL de alcohol etílico al 96%, la cual se mantuvo refrigerada a 10 °C en un recipiente oscuro dentro de un refrigerador de la marca LG modelo LT32BPP. El paso siguiente fue la preparación del alimento hormonado, de acuerdo a la siguiente fórmula:

1 Kg de alimento × 30 mL de solución madre × 500 mL de etanol

Se colocó 1 Kg de alimento en una bandeja metálica de 66 cm de largo por 54 cm de ancho y 5 cm de alto, luego de ello se mezcló 30 mL de solución madre en 500 mL de alcohol etílico al

96%, esta mezcla se vertió sobre el alimento y se homogenizó, así se obtuvo la concentración deseada de 60 mg MT/Kg de alimento. Finalmente, el alimento hormonado se colocó dentro del secador para su almacenado y secado.

Tratamientos: Incluyeron el anabólico Acetato de Trembolona (ATB) en el alimento. Con ese propósito, se preparó una solución madre con 1 g de ATB en 500 mL de alcohol etílico al 96%, la mezcla que se obtuvo se refrigeró a 10 °C en un recipiente oscuro dentro de un refrigerador de la marca LG modelo LT32BPP. En la preparación del alimento hormonado, cada tratamiento constó con su propia formula:

Tratamiento 1 (T1):

"1 Kg de alimento × 12,5 mL de solución madre × 500 mL de etanol"

Tratamiento 2 (T2):

"1 Kg de alimento × 25 mL de solución madre × 500 mL de etanol"

Tratamiento 3 (T3):

"1 Kg de alimento × 37,5 mL de solución madre × 500 mL de etanol"

Tratamiento 4 (T4):

"1 Kg de alimento × 50 mL de solución madre × 500 mL de etanol"

Para T1, se colocó 1 Kg de alimento en una bandeja metálica de 66 cm de largo por 54 cm de ancho y 5 cm de alto, luego de ello se mezcló 12,5 mL de solución madre en 500 mL de alcohol etílico al 96%, esta mezcla se vertió sobre el alimento y se homogenizó, así se obtuvo la concentración deseada de 25 mg ATB/Kg de alimento. Finalmente, el alimento hormonado se colocó en el secador para su almacenado y secado.

Para el resto de tratamientos (T2, T3 y T4) se realizaron los mismos pasos con la diferencia en el volumen de la solución madre de ATB. Para T2 el kilogramo de alimento se homogenizó con la mezcla de 25 mL de solución madre en 500 mL alcohol etílico al 96%. En el caso de T3 el kilogramo de alimento se homogenizó con la mezcla de 37,5 mL de la solución madre en 500 mL alcohol etílico al 96%. Finalmente, en T4 el kilogramo de alimento se homogeneizó con la mezcla de 50 mL de la solución madre en 500 mL alcohol etílico al 96%. Así se obtuvo las concentraciones de 50, 75 y 100 mg ATB/Kg de alimento respectivamente.

Administración de dietas experimentales

Se realizó por un periodo de 30 días con una frecuencia de 4 veces por día (10 a.m., 12 m., 2 p.m. y 4 p.m.) con una tasa de alimentación del 15% de la biomasa de cada unidad experimental.

La forma de alimentación en cada hapa fue manual y en un solo punto, que consistió en lanzar el alimento directamente dentro de la hapa y en un solo lugar (zona central), siendo ideal para animales menores de 50 g, debido a que no exige una alta actividad de nado y brinda una alimentación homogénea y eficiente (FONDEPES, 2004).

Diferenciación y proporción sexual

Al finalizar el periodo de reversión sexual, los individuos de las 6 unidades experimentales fueron alimentados por otros 30 días con alimento balanceado para peces con 45% de proteína, libre de alcohol etílico y hormonas y con la misma frecuencia de alimentación. Terminado ese periodo, se procedió a determinar el sexo de los individuos, para ello en cada unidad experimental se tomó una muestra

significativa del 50% de la población (Almeida, 2014), que corresponde a 100 individuos por unidad experimental.

La técnica que se usó para la determinación del sexo se denomina Squash, consiste en aplastar el objeto de estudio entre el porta-objetos y el cubre-objetos, para lograr su disociación y extensión (De Juan Herrero, 2011), con ese fin, se sacrificó la totalidad de la muestra de cada tratamiento, con la ayuda de un kit de disección, se realizó un corte en la zona ventral del pez y se extrajeron las gónadas. Posteriormente, la gónada se colocó en una lámina portaobjetos, se agregaron una o dos gotas de carmín acético y se cubrió con una laminilla cubreobjetos. Para finalizar, la gónada se observó en un microscopio óptico compuesto de la marca ZUZI, modelo 505T (Alcántar et al., 2014); ahí se reconocieron el tejido testicular de aspecto grumoso, sin distinguir estructuras, el tejido ovárico con presencia de ovocitos de diferentes tamaños y la presencia de tejido con ambas características. Con base en lo anterior, se clasificó a los individuos como: macho, hembra o intersexo, respectivamente (Phelps & Popma, 2000; Marcillo & Landívar, 2008; Ramírez, 2015).

Terminado el análisis gonadal, se determinó el porcentaje de los sexos con las siguientes fórmulas modificadas de Quinte (2018):

Porcentaje de machos:

$$\% \text{ de machos} = \frac{NTM}{NT} \times 100$$

Donde, NTM: Número total de alevines machos en la muestra; NT: Número total de alevines en la muestra.

Porcentaje de hembras:

$$\% \text{ de hembras} = \frac{NTH}{NT} \times 100$$

Donde, NTH: Número total de alevines hembras en la muestra; NT: Número total de alevines en la muestra.

Porcentaje de intersexo:

$$\% \text{ de intersexo} = \frac{NTI}{NT} \times 100$$

Donde, NTI: Número total de alevines intersexo en la muestra; NT: Número total de alevines en la muestra.

Determinados los porcentajes de cada sexo, para hallar qué tratamiento con acetato de trembolona fue el mejor, los resultados obtenidos de T1 a T4 se sometieron a la prueba de independencia de Chi-Cuadrado para determinar si el valor de reversión sexual es independiente de las dosis en el alimento.

Controles biométricos y evaluación del crecimiento

Se seleccionó una muestra del 10% de la población total de alevines (Almeida, 2014) en las 6 unidades experimentales, al inicio y el final del proceso de reversión sexual.

Se movieron a los alevines a un extremo de la hapa levantándola con ayuda de una soga, se extrajeron 20 individuos con una canastilla plástica, se colocaron en un balde de 20 L y se trasladaron al laboratorio para la toma de peso y longitud.

Para el peso, se usó una balanza analítica OHAUS, modelo PRSERIES, con sensibilidad de 0,0001 g y con rango de 220 g; el grado de desviación se verificó con la ayuda de pesas patrón. El pesaje de los alevines se realizó en un vaso de precipitado PYREX de 150 mL de capacidad con 50 mL de agua; antes de colocar los peces, el peso del vaso de precipitado se estableció en cero con la función “Tare” de la balanza.

Para la longitud, se colocó a los alevines individualmente en un ictiómetro elaborado con madera y una regla graduada metálica de la marca Twins®, de 0-50 cm, con divisiones de 1 mm y cada 0,5 cm. Todos los datos se registraron en fichas de control biométrico.

Con los datos obtenidos se evaluó el crecimiento aplicando las fórmulas modificadas de Vega (2018):

$$\text{Longitud total individual promedio (cm)} = \frac{\sum \text{longitud individual de la muestra de peces}}{\text{número de la muestra.}}$$

$$\text{Peso individual promedio (g)} = \frac{\text{Biomasa de hapa}}{\text{Número de peces por hapa}}$$

$$\text{Incremento longitud total promedio (cm)} = L_f - L_i$$

Donde, L_i : Longitud total individual promedio al inicio del experimento; L_f : Longitud total individual promedio al final del experimento.

$$\text{Incremento peso promedio (g)} = P_f - P_i$$

Donde, P_i : Peso individual promedio al inicio del experimento; P_f : Peso individual promedio al final del experimento.

Para determinar la existencia de diferencias

tanto en peso como en longitud entre cada uno de los tratamientos, los resultados fueron sometidos a la prueba estadística ANOVA y para determinar cuáles medias son diferentes a otras, se realizaron pruebas de rangos múltiples mediante el método de Tukey HSD (95,0%).

Mortalidad y supervivencia

Los índices de mortalidad y supervivencia se midieron al finalizar el proceso de reversión sexual en cada unidad experimental. Para ello, se utilizaron las siguientes fórmulas modificadas de Quíte (2018):

Mortalidad:

$$M = \frac{\text{Número total de alevines muertos}}{\text{Número inicial de alevines}} \times 100$$

Donde, M: porcentaje de mortalidad.

Supervivencia:

$$S = \frac{\text{Número total de alevines vivos}}{\text{Número inicial de alevines}} \times 100$$

Donde, S: Porcentaje de supervivencia.

Control de parámetros físico químicos

Los parámetros físico químicos evaluados en el estanque donde se instalaron las hapas fueron: temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno (pH).

La medición de temperatura y oxígeno disuelto (OD) se realizó diariamente con una frecuencia de 3 veces por día (8 a.m., 12 m. y 4 p.m.) con un oxímetro de la marca YSI modelo 550A, que posee la capacidad de medir ambos parámetros, cuyo rango para OD es de 0 a 50 mg/L y de -5 a 45 °C para la temperatura;

previamente se verificó su grado de desviación según lo descrito por Uffindell (2004). El control de pH se realizó por colorimetría, semanalmente en las mañanas (8 a.m.) con un kit de medición de pH de la Marca JBL PRO AQUATEST modelo LAB.

Resultados

Diferenciación sexual y proporción sexual

A continuación, se presentan las observaciones microscópicas de los diferentes tejidos gonadales:

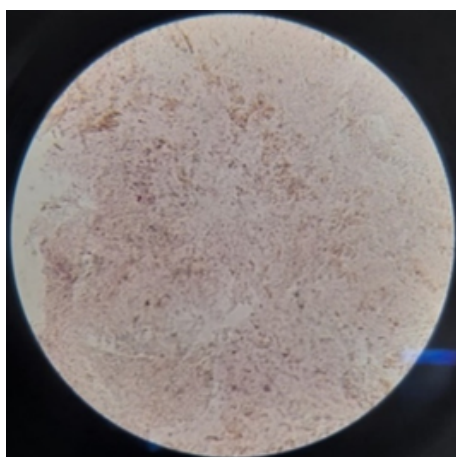


Figura 2. Vista microscópica de tejido testicular [Aumento: 400x].

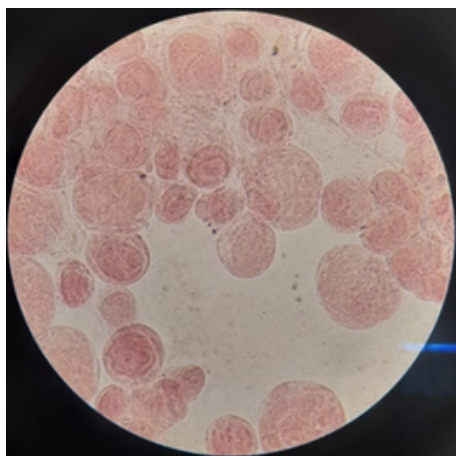


Figura 3. Vista microscópica de ovocitos. [Aumento: 400x].

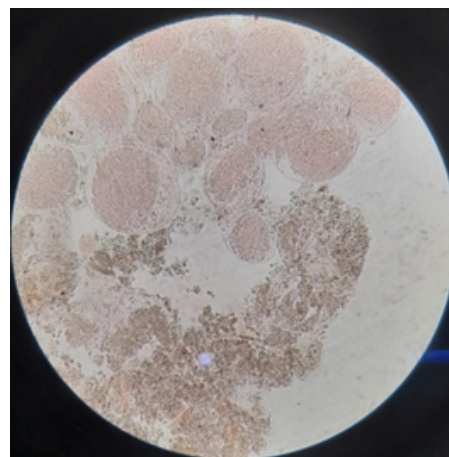


Figura 4. Vista microscópica de la gónada de un individuo intersexo [Aumento: 400x].

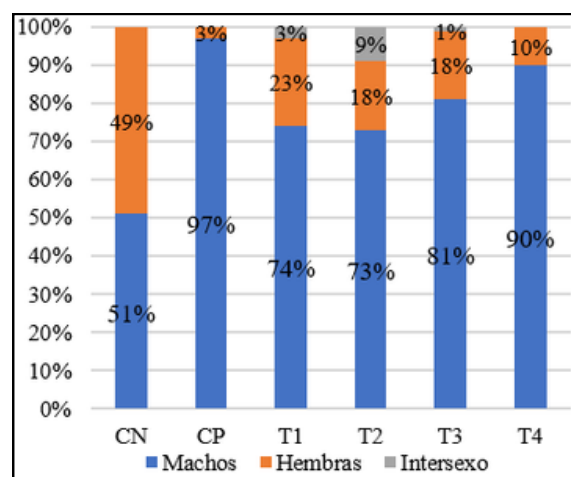


Figura 5. Porcentaje de sexos según tratamientos.

El mayor porcentaje de machos fue de 97% que corresponde al Control Positivo (60 mg MT/Kg); dentro de los tratamientos con Acetato de Trembolona, el Tratamiento 4 (100 mg ATB/Kg) con 90%, fue el que obtuvo un porcentaje superior (Figura 5).

En el análisis estadístico, la prueba de Chi-cuadrado mostró un valor-P (significación asintótica bilateral) de 0,001, menor a 0,05, por esta razón, se rechaza la hipótesis de que el valor de reversión sexual es independiente a las dosis en el alimento con 95% de confianza; por lo tanto, el valor en reversión sexual, en un

particular, está asociado con la dosis. Por ende, el Tratamiento más efectivo según la asociación entre valor de reversión y dosis, es el Tratamiento 4 (100 mg ATB/Kg) con 90% machos.

Evaluación del crecimiento

Tanto el Control Positivo, como el Tratamiento 3 y 4, se destacaron por un aumento de peso significativo en contraste con el Control Negativo.

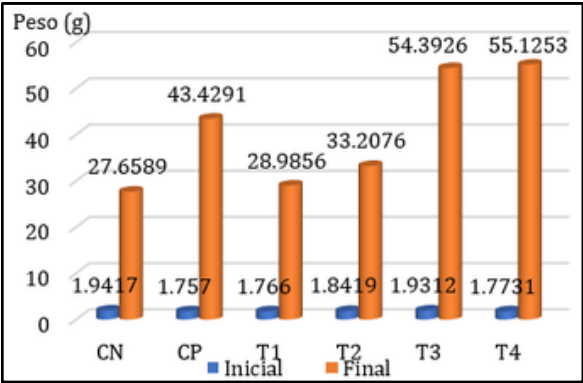


Figura 6. Peso inicial y final del periodo de reversión sexual según tratamientos.

El peso muestral al final del periodo de reversión sexual en T3 y T4 superaron los 54,0 g, destacándose sobre los demás tratamientos y controles, de los cuales solo CP superó los 43,0 g, siendo este el tercero con mayor peso (Figura 6).

El peso individual promedio (Media) de los alevines de los tratamientos T3 y T4 sobrepasó los 2,5 g y en CP superaron los 2,0 g; estos 3 tratamientos son los que mostraron un mayor crecimiento en función al peso (Tabla 1).

En el análisis ANOVA para determinar diferencias según el peso, se obtuvo 0,0000 como Valor-P; dado que este valor es menor a 0,05, existe diferencia entre la media del peso del pez y las diferentes dosis en el alimento.

Con el método de Tukey HSD (95,0%), se identificaron 4 grupos homogéneos (A, B, C, D), no existiendo diferencia en aquellas unidades experimentales que comparten un mismo grupo (Tabla 1).

Tabla 1: Prueba de rangos múltiples para el peso del pez (g) por dosis en alimento en cada tratamiento (T) por el método Tukey HSD (95,0%).

Código	T	Casos	Media (g)	Grupos Homogéneos
5	CN	20	1,38 ± 0,09	A
1	T1	20	1,45 ± 0,17	AB
2	T2	20	1,66 ± 0,21	B
6	CP	20	2,17 ± 0,29	C
3	T3	20	2,72 ± 0,29	D
4	T4	20	2,76 ± 0,33	D

Todos los Tratamientos a excepción del Tratamiento 1 (T1), presentan diferencia con el Control Negativo, es decir, la aplicación de Acetato de Trembolona a dosis de 50, 75 y 100 mg/Kg de alimento estimula el crecimiento del pez con respecto al peso (Tabla 1).

Del mismo modo, los Tratamientos 3 y 4 presentan diferencia con respecto al Control Positivo, en otras palabras, las dosis de 75 y 100 mg de Acetato de Trembolona por Kg de alimento tienen un mayor estímulo en el crecimiento del pez que la dosis de 60 mg de 17- α -Metiltestosterona (Tabla 1).

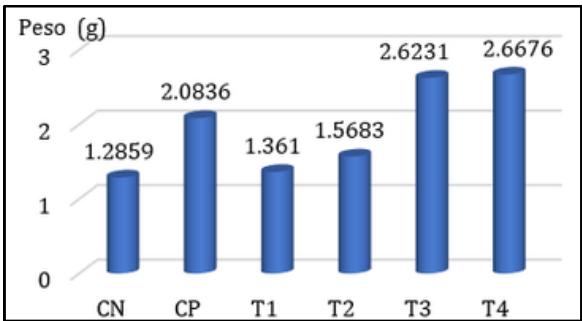


Figura 7. Incremento de peso promedio de los peces al finalizar el proceso de reversión sexual según tratamientos.

El incremento de peso alcanzó valores mayores a 2,5 g en T3 y T4, CP obtuvo un incremento de 2,0836 g, mientras que CN, T1 y T2 no alcanzaron los 2,0 g (Figura 7). A continuación, se muestran los cambios en relación a la longitud en los alevines de *Oreochromis niloticus* durante la reversión sexual.

Solo T3 Y T4 se destacaron al superar los 5,0 cm de longitud total promedio (Media), por otro lado, CN, CP, T1 y T2 presentaron valores menores y similares entre sí (Tabla 2).

En el análisis ANOVA, se obtuvo 0,0000 como Valor-P, siendo este menor a 0,05, se determinó la existencia de diferencias entre la media de la longitud del pez y las diferentes dosis del alimento.

Con el método de Tukey HSD (95,0%) se identificó 2 grupos homogéneos (X y Y), no existiendo diferencia en aquellas unidades experimentales que comparten un mismo grupo (Tabla 2).

Tabla 2: Prueba de rangos múltiples para la longitud de pez (cm) por dosis en alimento en cada tratamiento (T) por método de Tukey HSD (95,5%).

Código	T	Casos	Media (cm)	Grupos Homogéneos
5	CN	20	4,28 ± 0,37	X
1	T1	20	4,28 ± 0,33	X
2	T2	20	4,47 ± 0,41	X
6	CP	20	4,71 ± 0,54	X
4	T4	20	5,27 ± 0,63	Y
3	T3	20	5,31 ± 0,51	Y

Los Tratamientos 3 y 4 presentan diferencia no solo con el Control Negativo sino también con el Control Positivo y los Tratamientos 1 y 2, en otros términos, la administración de 75 y 100 mg de Acetato de Trembolona por Kg de alimento

estimula significativamente el crecimiento longitudinal del pez en contraste al resto de unidades experimentales (Tabla 2).

El incremento en la longitud total superó los 4 cm en T3 y T4, siendo ambos tratamientos los que mostraron mayor crecimiento con respecto a longitud del pez (Figura 8).

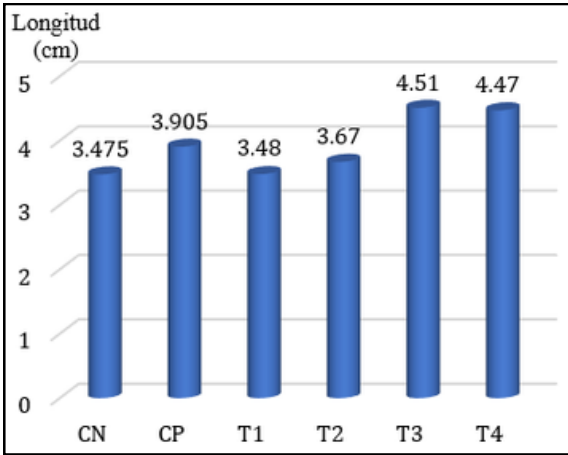


Figura 7. Incremento de peso promedio de los peces al finalizar el proceso de reversión sexual según tratamientos.

Mortalidad y supervivencia

El Control negativo registró el porcentaje más alto de supervivencia con 80,5 %, mientras que el Tratamiento 1 registró el más bajo con 61%

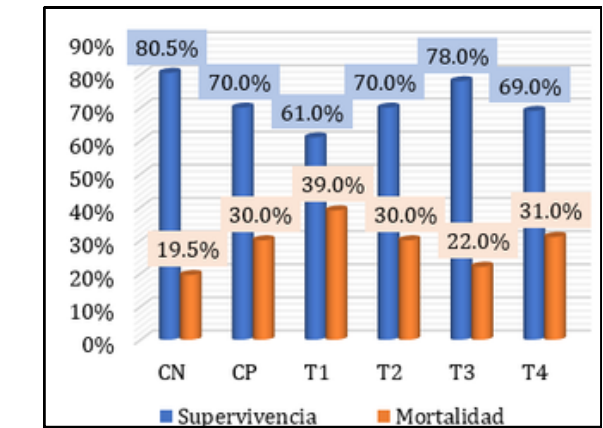


Figura 9. Mortalidad porcentual y supervivencia de los alevines según tratamiento

Control de parámetros físico químicos

A continuación, en la Tabla 3, se muestra el valor promedio, máximo y mínimo de cada uno de ellos en su respectivo horario.

Tabla 3: Valor mínimo (m), máximo (M) y promedio ($\bar{x}$) de los parámetros físico químicos del estanque donde se instalaron las unidades experimentales en el Centro de Acuicultura FONDEPES, Piura, 2024.

Parámetro	Hora	m	M	$\bar{x}$
Temperatura (°C)	8:00 a.m.	22,4	25,9	24,25
	12:00 m.	23,3	28,8	26,6
	4:00 p.m.	24,1	28,9	27,3
Oxígeno	8:00 a.m.	3	6,4	4,3
Disuelto (mg/L)	12:00 m.	4,8	6,7	4,8
	4:00 p.m.	3,1	6,5	4,4
Potencial de Hidrógeno (pH)	8:00 a.m.	8	9	8,6

Discusión

La hormona 17- α -metiltestosterona es de uso común para buscar la reversión sexual en tilapias. Pérez (2002); obtuvo 99% de machos en alevines de *Oreochromis niloticus* tratados con esta hormona a dosis de 60 mg/Kg por 30 días, de igual manera, Logato, Murgas & De Souza (2004) lograron una población total de machos (100%), Ramírez (2015) obtuvo 96% de machos y Montoya (2014), 91%, pero en este caso 28 días de tratamiento hormonal. El control positivo que constaba de 60 mg de 17 α -metiltestosterona por kg de alimento obtuvo un porcentaje de 97% de machos, demostrando el poder androgénico de esta hormona para obtener una reversión sexual efectiva.

Por otro lado, el acetato de trembolona ha demostrado su poder masculinizante en otras especies de peces diferentes a las tilapias. Galvez

et al. (1995), produjeron poblaciones de 98,5 a 100% de machos de *Ictalurus punctatus* “bagre de canal” alimentando a alevines durante 60 días con una dieta que contenía acetato de trembolona (ATB) en dosis de 50 a 150 mg por kg de alimento. Asimismo, Arslan & Phelps (2004), por medio de inmersiones de alevines de *Pomoxis nigromaculatus* en una solución de 1 mg de acetato de trembolona por litro, obtuvieron 100% de individuos machos. Salgado et al. (2008) evaluaron el efecto del acetato de trembolona en *Poecilia reticulata* (guppy), administrando durante 60 días esta hormona a dosis de 300 mg/Kg de alimento, siendo eficaz para la obtención de peces masculinizados.

En tilapias, Galvez et al. (1996) alimentaron a alevines de *Oreochromis aureus* durante un periodo de 28 días, con dietas que contenían acetato de trembolona a dosis de 25, 50, 100 mg/kg de alimento, logrando un porcentaje de machos de 98,3%, 99,3%, 99% respectivamente. Por otro lado, Santamaría et al. (2012), durante el proceso de masculinización de “tilapia roja” *Oreochromis spp.* con acetato de trembolona a 6 mg/Kg de alimento, obtuvieron 89,7 $\pm$ 3,0% de machos. Los porcentajes de machos obtenidos en *Oreochromis niloticus* fueron de 74% en T1(25 mg ATB/Kg), 73% en T2 (50 mg ATB/Kg), 81% en T3 (75 mg ATB/Kg) y 90% en T4 (100 mg ATB/Kg), valores menores a los obtenidos por Galvez et al. (1996), quienes en *Oreochromis aureus* con 25 mg ATB/kg lograron un porcentaje de machos del 98,3%. De igual manera, para Santamaría et al. (2012), usando una dosis pequeña de 6 mg de ATB/kg en tilapia roja *Oreochromis spp.*, se obtuvo un mayor porcentaje de machos que en los tratamientos 1, 2 y 3.

Según Popma & Green (1990), los resultados esperados terminada la fase de tratamiento hormonal es de porcentaje fenotípico masculino

de 97 a 100%. Marcillo & Landívar (2008), indican que tras el suministro de andrógenos por vía oral los valores mayores al 95% de machos se pueden presentar como cultivos monosexuales con alto rendimiento en producción. Asimismo, la R M N° 401-2017-PRODUCE (2017), dice que el método de reversión sexual debe garantizar la obtención de una población de machos no menor del 95%.

Debido a los resultados en la diferenciación sexual, la administración oral de acetato de trembolona en *Oreochromis niloticus* no es eficiente para la producción de poblaciones monosexuales de machos, ya que, siendo el Tratamiento 4 el que mayor porcentaje presenta (90% de machos), está 5% por debajo del mínimo para considerarse como una población con alto rendimiento productivo. Pese a ello, el acetato de trembolona ha demostrado que está en la capacidad de revertir sexualmente a hembras de *Oreochromis niloticus* al ser administrado por vía oral.

Forgako (2016) afirma que la reversión sexual hormonal conduce a una mayor tasa de crecimiento, Pandian & Sheela (1995) indican que con el tratamiento hormonal se asegura la maximización del crecimiento. Se demostró que el tratamiento hormonal influye en el crecimiento de los peces, puesto que se hallaron, sobre todo en el peso, diferencias estadísticas significativas con respecto al control negativo, el cual no contaba con hormona en el alimento.

Popma & Green (1990) indican que después de 25 a 28 días de tratamiento hormonal, en promedio, el peso debe oscilar entre 0,1 y 0,3 g y la longitud entre 1,8 y 2,5 cm, con al menos el 95% con más de 1,4 cm. Terminado el tratamiento hormonal, se superó lo indicado por Popma & Green (1990), ya que se obtuvieron pesos y longitudes promedio muy superiores:

1,4993 g y 4,28 cm (T1), 1,6604 g y 4,47 cm (T2), 2,7196 g y 5,31 cm (T3) y 2,7563 g y 5,27 cm (T4).

Macintosh (2008) afirma que la hormona 17- α -Metiltestosterona promueve el crecimiento muscular y el desarrollo de caracteres masculinos. Trejo et al. (2021) brindaron un tratamiento de 17- α -Metiltestosterona a alevines de *Oreochromis niloticus*, obteniendo crecimientos significativamente superiores en los grupos de control. Ramos (2017) evaluó el efecto de la densidad en el crecimiento de alevines de *Oreochromis niloticus* durante la administración de 60 mg de 17- α -Metiltestosterona por Kg de alimento, obteniendo para el tratamiento con una densidad de 3 000 alevines/m³ un peso promedio final de 0,216 g, un incremento de peso de 0,202 g y una longitud final de 2,2 cm; para el tratamiento con una densidad de 4 000 alevines /m³, obtuvo un peso promedio final de 0,193 g, un incremento de peso de 0,179 g y una longitud de final de 2,19 cm; para el tratamiento de 6 000 alevines /m³ obtuvo un peso promedio final de 0,144 g, un incremento de peso de 0,13 g y una longitud final de 2,03 cm; datos similares a los de Ramírez (2015), que con la misma dosis de 17- α -metiltestosterona en su tratamiento 1 y 2, obtuvo longitudes de 1,972 cm y 1,789 cm y pesos de 0,13 g y 0,09 g. Por otro lado, Jiménez et al. (2012), registraron pesos de 1,17 g y longitudes de 4,0 cm.

El Control Positivo que contaba con 60 mg MT/Kg en una densidad de siembra de 11 ind/m³, en cuanto al peso si obtuvo diferencias con el Control negativo, lo cual es indicador de que promueve el crecimiento somático del pez, por otro lado, con respecto a peso, se obtuvo un promedio individual de 2,1715 g, un incremento promedio de 2,0836 g, una longitud total promedio de 4,705 cm y un incremento de 3,905 cm, los cuales superaron con gran diferencia lo ,

obtenido por los autores antes mencionados, dejando en evidencia la importancia e influencia que juega la densidad de siembra en el crecimiento de los alevines.

Salgado et al. (2008), que durante 60 días aplicaron un tratamiento hormonal con dosis de 300 mg ATB/Kg de alimento a *Poecilia reticulata* “guppy”, registraron un mayor crecimiento en los individuos tratados con la hormona que en los grupos testigos (sin hormona), sobre todo en la tasa de crecimiento específica con una diferencia de 84,6%. Por su parte, Marañón, Tijera, Salgado & Maya (2008) obtuvieron ganancias del 48% en biomasa y del 3% en talla con relación al grupo testigo en juveniles de *Carassius auratus* tratados con dosis de 300 mg ATB/kg de alimento en un periodo de 120 días. Por otro lado, la administración de 150 mg de acetato de trembolona por kg de alimento durante 60 días, no tuvo impacto en el crecimiento somático en alevines de *Ictalurus punctatus* “bagre de canal” (Galvez, Mazik, Phelps, & Mulvaney, 1995).

Santamaría et al. (2012) sometieron a alevines de *Oreochromis spp.* “tilapia roja” durante 60 días a un tratamiento hormonal con 6 mg ATB/Kg de alimento, sugiriendo la existencia de una relación positiva de la hormona sobre el crecimiento. Por otro lado, Galvez et al. (1996), tanto con Acetato de trembolona (25, 50, 100 mg/Kg) como con 17 α -metiltestosterona (60 mg/Kg) no obtuvieron impacto en el crecimiento somático en los alevines de *Oreochromis aureus* “tilapia azul”.

La administración oral durante 30 días de la hormona acetato de trembolona en *Oreochromis niloticus* sí afectó el crecimiento de los peces. En cuanto al peso a partir de los 50 mg/Kg y 75 mg/Kg ya se encuentran diferencias con respecto al Control Negativo y con el Control Positivo

respectivamente. Para la longitud, las diferencias aparecen con dosis de 75 mg/Kg en relación con ambos controles.

De la Cruz, Kaneshima, Ponciano & Culquichicón (2023) obtuvieron una supervivencia de 76,7% durante el tratamiento hormonal a alevines de *Oreochromis niloticus* con 17- α -Metiltestosterona, mientras que López et al. (2007) obtuvieron una mortalidad de 23,06%. El control positivo que contó con la misma hormona, presentó valores similares con 70% de supervivencia y 30% de mortalidad.

Galvez et al. (1996) en el proceso de reversión sexual de alevines de *Oreochromis aureus* con acetato de trembolona y con 17- α -Metiltestosterona obtuvieron una supervivencia no menor de 97,2%; por otro lado, Santamaría et al. (2012) con alevines de *Oreochromis spp.* “tilapia roja” tratados con acetato de trembolona obtuvieron una supervivencia de 89,7%. Durante el tratamiento hormonal, la supervivencia en los tratamientos con acetato de trembolona fue: 61% para el Tratamiento 1, 70% para el Tratamiento 2, 78% para el Tratamiento 3 y 69% para el Tratamiento 4; porcentajes bajos en comparación con los obtenidos por los autores.

Popma & Green (1990) mencionan que, dentro de los resultados esperados, la supervivencia durante el tratamiento hormonal debe ser de 70 a 90%. Phelps & Popma (2000) afirman que el enfoque más seguro para obtener la mayor eficacia posible de reversión sexual con una alta supervivencia es iniciar el tratamiento hormonal con los alevines más jóvenes y pequeños posibles, con un tamaño uniforme menor a 1,4 cm. El periodo de reversión sexual se inició con alevines de 0,8 cm de longitud en todas las unidades experimentales, cumpliendo lo dicho por Phelps & Popma (2000), sin embargo, el Tratamiento 1 y el Tratamiento 4 presentaron un

porcentaje de supervivencia por debajo del 70 %, con 61 y 69 % respectivamente.

Vera & Mair (1994) afirman que la mortalidad de alevines observada durante el tratamiento hormonal puede explicarse por el establecimiento de jerarquías alimentarias entre los peces, donde los individuos dominantes consumen más alimento, dejando a los que son sumisos susceptibles a un crecimiento menor y, en consecuencia, vulnerables al canibalismo o a la muerte por inanición. Por otro lado, Rakocy (1989) indica que la mayor mortalidad en tilapias ocurre en la crianza de los alevines, en gran medida por causa de la depredación; mientras que Ramírez (2015) considera que esto ocurre por la excesiva manipulación en las biometrías semanales, puesto que obtuvo sobrevivencias de 52,25% y 61% durante el tratamiento hormonal con 17- α -metiltestosterona en sistemas de biofloc.

Durante los muestreos semanales y biometrías que se realizaron en el periodo de reversión sexual, no se observaron diferencias notables en el tamaño de los alevines de una misma unidad experimental para asegurar que la causa de la mortalidad se debió a jerarquías alimentarias, por el contrario, pasado 1 a 3 días de estos muestreos, se encontraron algunos alevines muertos, así mismo, en repetidas ocasiones, se observó a depredadores como el “martín pescador” *Chloroceryle americana* y “garzas” *Egretta thula* posados sobre las hapas o saliendo de ellas (martín pescador), con alevines en su pico, ocurriendo con mayor frecuencia en la última semana del tratamiento hormonal; siendo entonces la manipulación en los muestreos y depredación, las dos principales causas de mortalidad durante el tratamiento hormonal.

Luna (2022), menciona que, para un buen desarrollo de las tilapias, la temperatura debe

mantenerse entre 20 y 30 °C, pudiendo soportar valores menores. Phelps & Popma (2000), sugieren que la temperatura óptima para una diferenciación gonadal completa durante el periodo de reversión sexual oscila entre los 26 y 28 °C. Fregene, Karisa, Bolorunduro & Olaniyi (2020) afirman que para asegurar una buena y eficiente reversión sexual se debe mantener una temperatura superior a los 32 °C. Por su parte, Sarker, Hossain, Alam, Mian & Iqbal (2023) indican que únicamente crecen machos utilizando hormona andrógena en una temperatura constante de 36°C. Por otro lado, Popma & Green (1990) mencionan que las temperaturas bajas de 20 a 23 °C no tienen efectos negativos en la reversión sexual. Los promedios de temperatura fueron: 24,25 °C (8:00 a.m.), 26,6 °C (12:00 m.) y 27,3 °C (4:00 p.m.); valores que están por encima del rango de temperatura considerado como bajo sin riesgo a ser contraproducente en la reversión sexual, asimismo, las temperaturas registradas a las 12:00 m. y 4:00 p.m., se posicionan dentro de lo ideal para completar la diferenciación gonadal.

El oxígeno disuelto en un cuerpo de agua es un gas fundamental para los peces e indispensable para la sobrevivencia. La tilapia soporta concentraciones bajas de hasta 1 mg/L, inclusive valores menores en periodos breves. No obstante, bajo estas circunstancias, el consumo de alimento decae y, en consecuencia, el crecimiento del pez se reduce (Calderón, 2018). Alcántar et al. (2014) indican que el rango óptimo de oxígeno disuelto en tilapias es de 4 a 6 mg/L. Para asegurar una fuerte respuesta alimentaria, la concentración adecuada debe permanecer por encima de 4 mg/L (Phelps & Popma, 2000). La concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 4,3 mg/L (8:00 a.m.), 4,8 mg/L (12:00 m.) y 4,4 mg/L (4:00 p.m.), valores que están dentro de lo establecido como óptimo para el cultivo de esta especie y para asegurar el consumo de alimento en los peces, ya que de eso depende la

administración de las hormonas y lograr la reversión sexual.

El potencial de hidrógeno (pH) en aguas naturales oscila entre 5 y 10 (Luna, 2022); Alcántar et al. (2014) mencionan que el rango de pH para peces de agua dulce es de entre 6 a 9. Fregene et al. (2020) indican que para la tilapia un pH adecuado es de 7 a 9. Valores menores o mayores pueden generar cambio en la conducta de los peces como letargia e inapetencia y eso conlleva a trastornos en las tasas de crecimiento, reproducción y supervivencia (Hsien & Quintanilla, 2008). El potencial de hidrógeno (pH) tuvo un valor promedio de 8,6, dentro del rango óptimo para el buen desarrollo de los peces.

Conclusiones

El acetato de trembolona administrado por vía oral, revierte sexualmente a hembras de la especie *Oreochromis niloticus*, ya que produjo poblaciones con 74% a 90% de individuos machos.

La dosis de acetato de trembolona con mayor porcentaje de masculinización fue la del tratamiento 4 (100 mg ATB/Kg), con 90% de individuos machos.

El acetato de trembolona estimuló el crecimiento de los peces, destacándose el incremento en peso y longitud de los individuos del Tratamiento 3 (75 mg ATB/Kg) y Tratamiento 4 (100 mg ATB/Kg).

Literatura citada

Alcántar, J., Santos, C., Moreno, R., & Antonio, C. (2014). Manual para la Producción de supermachos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Oaxaca. Méxi-

co.: UNPA-PIFI. 81 pp. Disponible en: <https://www.unpa.edu.mx/libros/2-Manualproducciontilapia.pdf>

Almeida, J. (2014). Reversión sexual de tilapia roja (*Oreochromis niloticus*), utilizando dos tipos de andrógenos comerciales y un testigo (Andriol y Proviron). Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Machala- Ecuador. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1977/7/CD665_TESIS.pdf

Arslan, T., & Phelps, R. (2004). Production of monosex male black crappie, *Pomoxis nigromaculatus*, populations by multiple androgen immersion. *Aquaculture*, 234(1-4), 561-573. Disponible en: [doi:10.1016/j.aquaculture.2003.12.007](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.12.007)

Bart, A., Athauda, A., Fitzpatrick, M., & Contreras, W. (2003). Ultrasound enhanced immersion protocols for masculinization of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 34(2), 210-216. Disponible en: [doi:10.1111/j.1749-7345.2003.tb00058.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2003.tb00058.x)

Berger, C(2020). La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*, 1(1), e003 Disponible en: [10.21142/SS-0101-2020-003](https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-003)

Calderón, M. (2018). Análisis del procesos productivo de tilapia (*Oreochromis sp*) en la estación experimental Monterrico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), USAC. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Carrasco, L. (2024). Uso temporal de refugio por *Nyctinomops macrotis* (Gray, 1840) (Chiroptera: Molossidae), dimorfismo sexual y descripción de patrones reproductivos. Notas Sobre Mamíferos Sudamericanos. Piura, 2-13.
- De Juan Herrero, J. (2011). Práctica N°1. La técnica histológica (1). Obtención y fijación del material. Universtat d'Alacant. Departamento de Biotecnología. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18703/1/HISTOLOGIA_P1.pdf
- De La Cruz, K., Kaneshima, K., Ponciano, M., & Culquichicón, M. (2023). Proporción sexual y parámetros de producción de *Oreochromis niloticus* "Tilapia". Manglar, 20(4), 309-316. Disponible en: doi:10.57188/manglar.2023.035
- Fondo Nacional De Desarrollo Pesquero-Fondepes. (2004). Manual de cultivo de tilapia. Disponible en <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Manual-de-Tilapia.pdf>
- Forgako, E. (2016). Techniques of controlling mixed sex tilapia and the practicability of hormonal reversal in Cameroone. Nations University Fisheries Training Programme, Iceland. Disponible en: <http://www.unuftp.is/static/fellows/document/elizabeth16prf.pdf>
- Fregene, B., Karisa, H., Bolorunduro, P., & Olaniyi, A. (2020). Extension manual on monosex tilapia production and management. Technologies for African Agricultural Transformation (TAAT) Aquaculture.
- Galvez, J., Mazik, P., Phelps, R., & Mulvaney, D. (1995). Masculinization of Channel Catfish *Ictalurus punctatus* by Oral Administration of Trenbolone Acetate. Journal of the World Aquaculture Society, 26(4), 378-383.
- Galvez, J., Morrison, J., & Phelps, R. (1996). Efficacy of trenbolone acetate in sex inversion of the blue tilapia *Oreochromis aureus*. Journal oh the World Aquaculture Society, 27(4), 483-486.
- Hsien, S., & Quintanilla, M. (2008). Manual sobre reproducción de tilapia. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura-CENDEPESCA. El Salvador.
- Jiménez, I., Rojas, C., Castro, C., Pavón, S., Lango, F., & Castañeda, M. (2012). Tropical and Subtropical Agroecosystems, 15(2012), S51-S56. D <https://typeset.io/pdf/growth-enhancement-survival-and-decrease-of-ectoparasitic-yaak2tm3ps.pdf>
- Logato, P., Murgas, L., & De Souza, F. (2004). Estudio del efecto de la relación macho-hembra en la puesta natural y de la dosis de 17 α -metiltestosterona en la reversión sexual de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) de linaje tailandés. AN. VET. (MURCIA), 2004(20), 95-103.
- López, C., Carvajal, D., & Botero, M. (2007). Masculinización de tilapia roja (*Oreochromis* spp) por inmersión utilizando 17 alfa-metiltestosterona. Rev Col Cienc Pec, 20, 318-326. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023025010.pdf>

- Luna, H. (2022). Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Pisco. Perú. Disponible en : <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9513ea8f-5f9c-49e8-850b-17b9d79530ee/content>
- Macintosh D. (2008). Risks associated with using methyl testosterone in tilapia farming. Sustainable Fisheries Partnership, United States. Disponible en : <http://sfpcms.sustainablefish.org.s3.amazonaws.com/2013/02/28/SFP%20MT%20paper-b3d73fec.pdf>.
- Marañón, S., Tijera, V., Salgado, H., & Maya, E. (2008). Efecto del anabólico acetato de trembolona sobre el crecimiento de *Carassius auratus* (Pisces: Cyprinidae). Hidrobiológica, 18(1), 41-50. <https://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v18n1/v18n1a5.pdf>.
- Marcillo, E., & Landívar, J. (2008). Tecnología de producción de alevines monosexos de tilapia. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.
- Montoya, D. (2014). Reversión sexual en tilapias con hormona 17-alfa-metiltestosterona a diferentes dosis de 40-60-80 mg/Kg de alimento en Tena, sector Uglopampa. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2901/1/T-UTC-00425.pdf>
- Organización De las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Pandian, T., & Sheela, S. (1995). Hormonal induction of sex reversal in fish. Aquaculture, 138(1995), 1-22. Disponible en: doi:10.1016/0044-8486(95)01075-0
- Pereyra, G. (2013). Guía técnica "Piscicultura". Iñapari. Tahuamanu. Madre de Dios. Perú. Disponible en: <https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/037-a-piscicultura.pdf>
- Pérez, R. (2002). Evaluación de tres hormonas sintéticas para la reversión de sexo de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Tesis de Pregrado. Zamorano. Honduras. Disponible en : <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9e33a4e4-2dfe-4761-ba1e-c9bc0fa85079/content>
- Phelps, R., & Popma, T. (2000). Sex reversal of tilapia. B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. Tilapia Aquaculture in the Americas The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States., 2, 34-59. Disponible en: https://freshwateraquaculture.extension.org/wpcontent/uploads/2019/08/Sex_Reversal_of_Tilapia.pdf
- Phelps, R., Arndt, J., & Warrington, R. (1999). Masculinization of tilapia fry by immersion in trenbolone acetate (TBA) at a producción level. K. McElwee, D. Burke, M. Niles, and H. Egna (Editors), Sixteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 79-80. Disponible en: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnack613.pdf

- Popma, T., & Green, B. (1990). Sex reversal of tilapia in Earthen ponds. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 2559. Disponible en: <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsf/acpub/2559>
- Quinte, A. (2018). Uso de metiltestosterona en reversión sexual de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* en la piscigranja Gruta Milagrosa- Acopalca-Región Junín. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5513/Quinte%20Araujo%2C%20Doris%20Janet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rakocy, J. (1989). Tank culture of tilapia. Southern Regional Aquaculture. University of the Virgin Islands. Texas. Disponible en: <https://cales.arizona.edu/azaqua/extension/Classroom/pdf/files/282fs.pdf>.
- Ramírez, J., Sandoval, N., & Vicente, K. (2018). Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura, fundamentos y propuestas 2017-2022. Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura-Ministerio de la Producción. Disponible en: <https://webpnipa.pnipa.gob.pe/wp-content/uploads/2019/02/PESCA-Y-ACUICULTURA-3-1.pdf>
- Ramírez, S. (2015). Evaluación de la inversión sexual de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) bajo un sistema de bioflocs. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Roche, J., & Quirke, J. (1986). The effects of steroid hormones and xenobiotics on growth of farm animals. F. J. Buttery, N. B. Haynes and D. B. Lindsay, editors. Control and manipulation of animal growth. Butterworths, London, England., 39-51.
- Salgado, H., Azpeitia, A., Marañón, S., & Maya, E. (2008). Efecto anabólico y androgénico del esteroide acetato de trembolona en el guppy (*Poecilia reticulata*). Vet. Mex, 269-277. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v39n3/v39n3a4.pdf>
- Santamaría, A., Heredia, J., Apún, J., Román, M., García, L., & Trigueros, J. (2012). Masculinización de tilapia roja *Oreochromis* spp. con el esteroide acetato de trembolona (ATB) suministrado en el alimento. Ra Ximhai, 8(3), 137-142. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177013.pdf>
- Sarker, B., Hossain, M., Alam, M., Mian, S., & Iqbal, M. (2023). Temperature influences masculinity, sex reversal after mono-sex, and the hormonal residue in the flesh of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Sustainable Aquatic Research, 2(1), 1-23. Disponible en: doi: 10.5281/zenodo.7881895
- Trejo, A., Calzada, D., Soriano, F., Valenzuela, N., Ramirez, M., Moreno, R., & Alcantár, J. (2021). Evaluación del periodo de masculinización en la tilapia del Nilo var spring empleando 17 α -metiltestosterona. Ecosistemas y Recur-

Agropecuarios, 8(1), 1-15.
Disponible en:
doi:10.19136/era.a8n1.2739

Vega, E. Vega, E. (2018). Tratamiento oral con letrozol, inhibidor de aromatasa para la masculinización de alevines de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
Disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3772/vega-galarza-elsa-victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vera, E., & Mair, G. (1994). Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture, 122(1994), 237-248.
Disponible en: doi:10.1016/0044-8486(94)90513-4

Rol de los autores

LA: Conceptualización, Metodología; Análisis formal, Redacción: revisión y edición. RM y MZ: Conceptualización, Supervisión, Administración de proyecto y Redacción: revisión y edición.

Aspectos éticos

Los autores declaran que todos contribuyeron significativamente al desarrollo de la investigación y aprueban la versión final del manuscrito para su publicación. Asimismo, manifiestan que no existe conflicto de intereses y que la investigación se realizó conforme a las normas éticas y legales vigentes.

Concentración sérica de hormonas relacionadas a la tiroides en pacientes con hipotiroidismo atendidos en un centro médico de Piura, Perú

Serum concentration of thyroid-related hormones in patients with hypothyroidism treated at a medical center in Piura, Peru

 Esthefanny García¹

*  Jaime Fernández¹

1. Escuela profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura, Perú.

* Autor de correspondencia: garciajimenezesthefanny@gmail.com

Recibido: mayo 22, 2026; Aceptado: junio 12, 2026; Publicado: agosto 17, 2026.

Resumen

Se determinó la concentración sérica de las hormonas tiroideas TSH, T4 y T3 de 160 pacientes con hipotiroidismo atendidos en el Centro Médico Hematológico de Piura durante 2024 por inmunoensayo de electroquimioluminiscencia (ECLIA). Se encontró que 98,75 % presentaron niveles elevados de TSH, 56,88 % mostró disminución de T3 y 61,25 % conservaron valores normales de T4. El 63,75 % de las personas con hipotiroidismo fueron mujeres y presentaron concentraciones mayores de TSH (26,09 mU/L) en comparación con los hombres (10,32 mU/L). Los individuos entre 30 y 59 años (54,38 %) y los mayores de 60 años (23,13 %) representaron la mayoría de los casos de hipotiroidismo. Los pacientes del distrito de Piura registraron las concentraciones más elevadas de TSH (23,27 mU/L) y niveles disminuidos de T3 (58,86 ng/dL), mientras que aquellos de los distritos de Castilla y 26 de Octubre presentaron niveles de TSH de 19,67 mU/L y 14,49 mU/L, respectivamente. En conclusión, se evidenció el incremento de TSH, niveles normales de T4 y disminución de T3 en la mayoría de los pacientes.

Palabras clave: Hormona estimulante de la tiroides, Tiroxina, Triyotironina, Inmunoensayo de electroquimioluminiscencia.

Abstract

Serum concentrations of the thyroid hormones TSH, T4, and T3 were determined in 160 patients with hypothyroidism treated at the Piura Hematologic Medical Center during 2024 using electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA). It was found that 98,75% presented elevated TSH levels, 56,88% showed decreased T3 levels, and 61,25% maintained normal T4 values. 63,75% of the hypothyroid patients were women, and they presented higher TSH concentrations (26,09 mU/L) compared to men (10,32 mU/L). The majority of hypothyroidism cases were in the 30 and 59 age group (54,38%) and over 60 years of age (23,13%). Patients from the Piura district registered the highest TSH concentrations (23,27 mU/L) and decreased T3 levels (58,86 ng/dL), while those from the Castilla and 26 de Octubre districts presented TSH levels of 19,67 mU/L and 14,49 mU/L, respectively. In conclusion, an increase in TSH, normal T4 levels, and a decrease in T3 were observed in most patients.

Keywords: Thyroid-stimulating hormone, Thyroxine, Triiodothyronine, Electrochemiluminescence immunoassay.

Introducción

En el mundo, alrededor de 700 millones de personas sufren de algún tipo de patología que afecta a la glándula tiroidea, cuya frecuencia, se estima, presentará un incremento continuo (Benavides y Batista, 2023). La glándula tiroides es una de las más importantes del organismo, ya que sintetiza mensajeros bioquímicos que actúan a nivel nuclear en la mayoría de los tejidos periféricos (Santiago, 2021). Entre los diversos trastornos y afecciones de la glándula tiroides, el hipotiroidismo es una de las principales causas de consulta en endocrinología (Villalba et al., 2019) y, en la mayoría de los casos, requiere de un análisis clínico obligatorio (Aldas et al., 2021).

El hipotiroidismo es un síndrome crónico y bioquímico caracterizado por la reducción de la producción de la hormona tiroidea (Abuhadba et al., 2022). Hasta 2014, el Ministerio de Salud del Perú, puntualizó que cerca de un millón y medio de peruanos sufrían de hipotiroidismo y cuyas cifras se veían influidas por los estilos de vida sedentarios y factores genéticos, incluyendo formas congénitas (Tejeda, 2018; Eyzaguirre, 2020; Sandoval, 2021); es fundamental el diagnóstico temprano del hipotiroidismo que solo es posible mediante un análisis clínico oportuno: la sintomatología por sí sola no constituye un indicador seguro para su diagnóstico.

La glándula tiroides, una de las glándulas endocrinas más grandes, se encuentra situada en el cuello, por debajo de la laringe y envolviendo la tráquea por delante y a los costados; se encarga de la producción de T3 y T4, hormonas tiroideas que participan en la regulación de temperatura, en el crecimiento, funcionamiento de los sistemas vascular, respiratorio, digestivo, nervioso central, sexual y sobre las glándulas endocrinas (Zambrano et al., 2021), además de cumplir un rol fundamental en el desarrollo de la

estructura cerebral y corporal en la vida fetal (Alam, 2023). T1 o MIT (Monoyodotirosina) es una yodotirosina resultante de la unión de un átomo de yodo al residuo de tirosina presente en la tiroglobulina; se sintetiza en el coloide tiroideo, en la superficie apical de las células foliculares, donde la enzima tiroperoxidasa (TPO) cataliza la oxidación del yodo y su incorporación al anillo fenólico de la tirosina; constituye uno de los precursores fundamentales en la biosíntesis de las hormonas tiroideas (Saladin, 2013).

T2 o DIT (Diyodotirosina) se forma cuando dos átomos de yodo se incorporan a un mismo residuo de tirosina en la molécula de tiroglobulina, en una reacción catalizada también por la enzima tiroperoxidasa; se sintetiza en el lumen del folículo tiroideo, dentro de la sustancia coloidal; de otro lado, dos moléculas de T2 se combinan para formar tiroxina (T4) con cuatro átomos de yodo, mientras que la unión de T1 con T2 da lugar a la triyodotironina (T3) (Saladin, 2013; Sisa & Alvario, 2015).

La disfunción tiroidea subclínica (DTS) es un trastorno funcional de alta prevalencia, caracterizado por la ausencia de síntomas clínicos evidentes y diagnosticado mediante exámenes hormonales de laboratorio, en los cuales se identifican valores anormales de TSH y concentraciones séricas alteradas de T3 y T4 libres (Zambrano et al., 2021); dentro del laboratorio clínico, se utilizan diversas técnicas para realizar pruebas hormonales tiroideas destinadas al diagnóstico de hipotiroidismo y otras afecciones relacionadas (Sisa y Alvario, 2015).

La medición de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) constituye una herramienta eficaz para detectar anomalías tiroideas, dado que, ante niveles bajos de triyodotironina (T3) y tiroxina (T4), la hipófisis incrementa la secreción

de TSH; por tanto, el hallazgo de concentraciones disminuidas de T3 y T4 facilita el diagnóstico de disfunciones tiroideas. Además, el análisis de los valores medios y de las tendencias en las concentraciones séricas de estas hormonas en grupos poblacionales específicos representa una estrategia útil para el adecuado control y seguimiento de las afecciones tiroideas (Benavides y Batista, 2023); se tiene que los Inmunoensayos de electroquimioluminiscencia (ECL) se basan en la competencia del analito en la muestra con un análogo marcado con rutenio; se aplica un voltaje y se detecta la señal correspondiente (Fung et al., 2017).

Es así que, en un hospital de India, en 2023, se determinó que la mayoría de los pacientes con diagnóstico de hipotiroidismo fueron mujeres, quienes presentaron niveles elevados de TSH y concentraciones de T4 y T3 dentro de rangos normales a bajos (Unnikrishnan et al., 2023), mientras que en Ecuador, en 2022, en un centro de atención al adulto mayor, se informó de seis casos de hipotiroidismo en mujeres, con valores de TSH de 6,285 a 47,104 $\mu\text{UI/mL}$, T3 con valores de 0,287 a 0,875 ng/mL y T4 de 0,686 a 8,561 $\mu\text{g/dL}$, siendo los factores predisponentes el género, estrés, antecedentes familiares, la dieta y la actividad física (Veintemilla, 2022).

Igual, en Ayacucho, Perú, en 2021, en el Hospital II de Huamanga se encontró diferencias estadísticamente significativas en los valores de las hormonas tiroideas T3 y T4, las cuales variaban según el sexo de los pacientes. En cuanto al TSH, las diferencias significativas se observaron en relación con la edad del paciente (Manrique, 2022), mientras que, en Piura, entre 2017 y 2018, se identificaron 79 casos de pacientes diagnosticados con hipotiroidismo, de los cuales el 59,5% fueron mujeres. Además, el 78,48% de los pacientes presentaron síntomas de estreñimiento y fatiga; la media de edad de los

pacientes fue de 49,39 años (Alvarado, 2020).

El objetivo fue determinar la concentración sérica de las hormonas tiroideas TSH, T4 y T3 de pacientes diagnosticados con hipotiroidismo atendidos en el Centro Médico Hematólogo de Piura, Perú, en 2024, por el inmunoensayo de electroquimioluminiscencia.

Materiales y metodos

El diseño de la investigación fue cuantitativo, no experimental, observacional, descriptivo y básico.

Población de estudio

Se analizaron 160 pacientes que acudieron al laboratorio clínico del Centro Médico Hematólogo de Piura durante 2024, mediante muestreo no probabilístico, por conveniencia; los criterios de inclusión fueron ser pacientes diagnosticados con hipotiroidismo, aceptar participar en el estudio y realizarse los exámenes clínicos de TSH, T4 y T3 en el laboratorio, derivados de la especialidad endocrinología.

Obtención de las muestras

Se realizó durante 2024, en el área correspondiente del laboratorio clínico del Centro Médico Hematólogo de Piura, ubicado en la Av. Guardia Civil C8, distrito Castilla, Provincia y Región Piura, de lunes a sábado entre las 7:00 y 8:00 a.m., con el paciente en estado de ayuno obligatorio por un mínimo de 8 horas. En los casos necesarios, el médico tratante prescribió la suspensión temporal de ciertos fármacos que podrían haber interferido en los resultados del análisis, tales como amiodarona, medicamentos antitiroideos, dopamina, litio, yodo potásico y

prednisona (Sisa & Alvario, 2015).

Las muestras de sangre fueron obtenidas mediante punción venosa periférica, empleando la técnica de extracción al vacío en tubos tipo vacutainer de 10 ml con gel separador (tapa amarilla), previamente rotulados para su adecuada identificación. Posteriormente, fueron centrifugadas a 3500 revoluciones por minuto (rpm) durante 10 min para separar suero (INSN, 2021), el cual fue empleado para la medición de T3, T4 libres y TSH.

Determinación del perfil tiroideo por el método ECLIA (Inmunoensayo de electroquimioluminiscencia)

Para la determinación del perfil tiroideo (TSH, T3 y T4 libres) se utilizó suero de los pacientes en el área de Inmunología. Se empleó el equipo analizador automatizado Roche®, modelo Cobas e 411 que sigue los principios de quimioluminiscencia (emisión de radiación electromagnética producida por una reacción química) (Roche, 2008; Forero et al., 2020), con los reactivos Elecsys TSH, Elecsys FT4 IV y Elecsys FT3 III.

Resultados

La población evaluada estuvo conformada por 102 mujeres (63,75%) y 58 hombres (36,25%). El 56,88 % de los pacientes presentaron niveles de T3 disminuidos y el 43,13 %, valores normales (rango referencial: 60 – 180 ng/dL). Por otro lado, el 35,00 % reveló concentraciones de T4 bajas, el 61,25 %, normales y el 3,75 %, valores altos (rango referencial: 0,8 – 1,8 ng/dL). Respecto a TSH, el 1,25 % demostró números normales, mientras que el 98,75 % fue alto (rango referencial: 0,4 – 4,0 mU/L) (Figura 1). En los 160 pacientes evaluados, la concentración promedio de T3 fue

de 59,23 ng/dL (rango bajo, <60 ng/dL), la de T4 fue de 0,95 ng/dL (rango normal, 0,8-1,8 ng/dL) y la de TSH fue de 20,37 mU/L (rango alto, >4,0 mU/L).

Además, el 54,90 % de mujeres presentó niveles bajos de T3, mientras que el 45,10 % se mantuvo dentro del rango normal. En el caso de varones, el 60,34 % evidenció T3 disminuida y el 39,66 % demostró valores normales. En relación con T4, el 41,18 % de mujeres registró valores bajos, el 53,92 % parámetros normales y el 4,90 % concentraciones elevadas; en contraste, entre hombres el 24,14 % presentó valores reducidos, el 74,14 % normales y el 1,72 % superiores al rango. Respecto a la TSH, únicamente el 1,96 % de mujeres se ubicó en el intervalo normal, mientras que el 98,04 % mostró valores aumentados. En los varones, todos presentaron concentraciones altas (Figura 2).

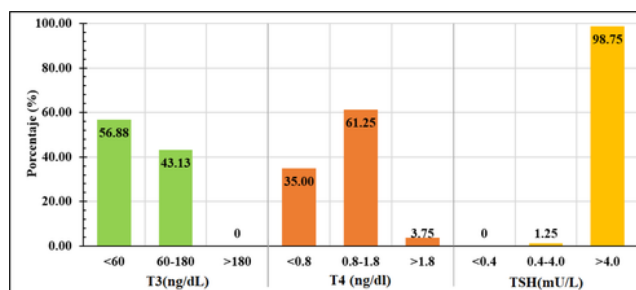


Figura 1. Concentraciones séricas de T3, T4 y TSH de pacientes diagnosticados con hipotiroidismo que se atendieron durante el 2024 en el laboratorio clínico del Centro Médico Hematólogo de Piura.

El análisis Chi-cuadrado para T3 no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($\chi^2 = 0,44$; $p = 0,51$). Esto sugiere que la distribución de niveles bajos de T3 es comparable entre mujeres (54,90 %; IC 95 %: 45,2–64,4 %) y hombres (60,34 %; IC 95 %: 47,3–72,2 %). Para T4 se evaluó una tabla de contingencia 3×2 (bajo, normal, alto vs. sexo).

Dado el bajo número de casos en la categoría “alto”, se aplicó una corrección por categorías pequeñas. No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de T4 entre mujeres y hombres ($p > 0,05$), lo cual indica homogeneidad en el comportamiento de esta hormona entre sexos. En relación con TSH, prácticamente la totalidad de la población presentó niveles elevados; dado este comportamiento casi constante, no fue posible detectar diferencias significativas entre sexos ($p > 0,05$), evidenciando una marcada homogeneidad en la elevación de TSH en pacientes con hipotiroidismo.

En el subgrupo de mujeres, se compararon gestantes ($n = 29$) y no gestantes ($n = 73$). Aunque se observaron diferencias descriptivas en los niveles de T3 (mayor proporción de valores bajos en gestantes), la ausencia de frecuencias absolutas detalladas limitó la aplicación de pruebas inferenciales robustas. No obstante, el predominio de TSH elevada en ambos grupos sugiere que el estado gestacional no modifica significativamente esta variable ($p > 0,05$, estimado).

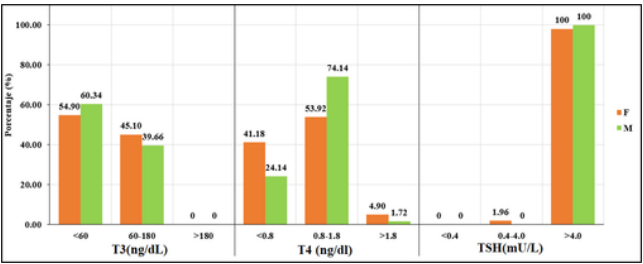


Figura 2. Concentraciones séricas de T3, T4 y TSH por sexo en pacientes diagnosticados con hipotiroidismo que asistieron durante el 2024 al laboratorio clínico del Centro Médico Hematólogo de Piura.

En cuanto a los promedios hormonales, las mujeres registraron 61,59 ng/dL de T3 (normal), 0,97 ng/dL de T4 (normal) y 26,09 mU/L de TSH

(alto). Por su parte, los hombres alcanzaron 55,07 ng/dL de T3 (bajo), 0,90 ng/dL de T4 (normal) y 10,32 mU/L de TSH (alto) (Fig. 3).

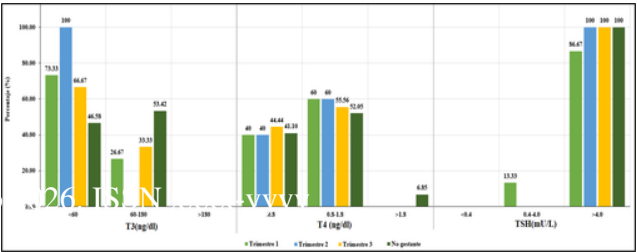


Figura 3. Concentraciones séricas de T3, T4 y TSH de las pacientes gestantes diagnosticadas con hipotiroidismo que asistieron durante el 2024 al laboratorio clínico del Centro Médico Hematólogo de Piura.

En cuanto al estado de gestación, de las 102 mujeres evaluadas (63,75%), 73 (71,57%) no estaban gestando y 29 (28,43%) sí. En este grupo, el 46,58 % de no gestantes presentó niveles bajos de T3, mientras que el 53,42 %, valores normales. Entre gestantes, se evidenció que la concentración de T3 fue baja. En relación con T4, el 41,10 % de las no gestantes registró valores bajos, el 52,05 % normales y el 6,85 % concentraciones altas. Entre las gestantes, se observó un mayor porcentaje de valores normales. Respecto a TSH, las no gestantes presentaron niveles altos, y de manera similar, en las gestantes se identificó que predominó valores altos (Figura 4).

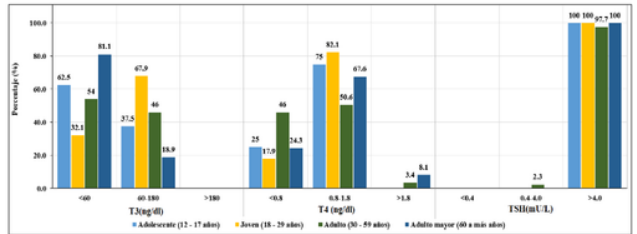


Figura 4. Concentraciones séricas de T3, T4 y TSH por edad de pacientes diagnosticados con hipotiroidismo que asistieron durante el 2024 al laboratorio clínico del Centro Médico Hematólogo de Piura.

De otro lado, en relación a la concentración de T3, los resultados mostraron que los adolescentes presentaron el mayor porcentaje de T3 disminuida (81,08 %), seguidos por los niños (62,50 %), los adultos mayores (54,02 %) y los adultos de 30 a 59 años (32,14 %). En el rango normal (60–180 ng/dL), destacó el grupo de jóvenes con 67,86 %, seguido por adultos (45,98 %), adolescentes (37,50 %) y adultos mayores (18,92 %); no se registraron concentraciones altas (Figura 5).

En cuanto a la concentración de T4, los niveles bajos fueron más frecuentes en adultos (45,98 %), niños (25 %), adultos mayores (24,32 %) y adolescentes (17,86 %). El 82,14 % de adolescentes (75 %), adultos mayores (67,57 %) y adultos (50,57 %) presentaron valores normales. Respecto a la TSH, el 100 % de niños, adolescentes, jóvenes y adultos mayores presentó niveles elevados. En los adultos, el 97,7 % mostró valores altos y el 2,3 % valores normales. No se observaron concentraciones bajas.

De acuerdo con la distribución etaria, 8 pacientes (5,00 %) fueron adolescentes, 28 (17,50 %) jóvenes, 87 (54,38 %) adultos y 37 (23,13 %) adultos mayores. En cuanto a los promedios de concentraciones por edad, los adolescentes registraron 70,50 ng/dL de T3, 0,84 ng/dL de T4 y 5,96 mU/L de TSH. Los jóvenes presentaron 67,46 ng/dL de T3, 0,98 ng/dL de T4 y 14,74 mU/L de TSH. En los adultos, las medias fueron 61,82 ng/dL de T3, 0,87 ng/dL de T4 y 23,45 mU/L de TSH. Finalmente, los adultos mayores alcanzaron 44,46 ng/dL de T3, 1,13 ng/dL de T4 y 20,52 mU/L de TSH (Figura 5).

El análisis por edad evidenció diferencias descriptivas importantes, particularmente en la proporción de T3 disminuida, que fue mayor en adolescentes (81,08 %) y menor en adultos (32,14 %). Sin embargo, debido a la falta de

frecuencias absolutas completas por categoría, no fue posible aplicar una prueba de Chi-cuadrado global con suficiente validez. Aun así, la tendencia observada sugiere una posible asociación entre edad y niveles de T3, que debería confirmarse mediante análisis inferenciales en estudios con acceso a datos individuales. Esta variabilidad también se refleja en los valores promedio, donde los adultos mayores presentaron las concentraciones más bajas de T3 (44,46 ng/dL), lo que podría indicar un efecto fisiológico o patológico asociado al envejecimiento.

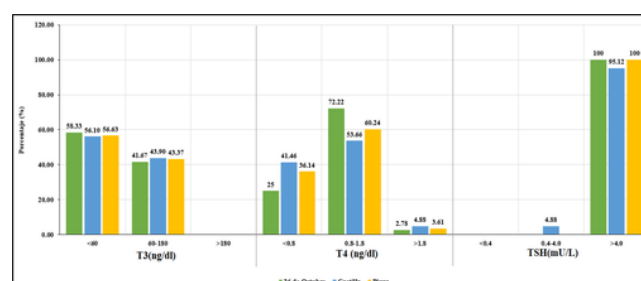


Figura 5. Concentraciones séricas de T3, T4 y TSH por edad de pacientes diagnosticados con hipotiroidismo que asistieron durante el 2024 al laboratorio clínico del Centro Médico Hematólogo de Piura.

De la población estudiada, 36 pacientes (22,50 %) fueron del distrito de 26 de Octubre, 41 (25,63 %), de Castilla y 83 (51,88 %), de Piura. Los valores de T3 fueron bajos en el 58,33 % en 26 de Octubre, 56,10 % en Castilla y 56,63 % en Piura; normales, en el 41,67 %, 43,90 % y 43,37 % en dichos lugares, respectivamente. No se presentaron concentraciones altas. En relación con T4, se presentaron valores normales en 26 de Octubre con 72,22 %, seguido por Piura (60,24 %) y Castilla (53,66 %). Los niveles bajos fueron más frecuentes en Castilla (41,46 %), Piura (36,14 %) y en menor medida en 26 de Octubre (25 %). Las concentraciones elevadas se observaron en un 4,88 % en Castilla, 3,61 % en Piura y 2,78 % en 26 de Octubre. Respecto a TSH, el 100 % de los pacientes de 26 de Octubre

con 72,22 %, seguido por Piura (60,24 %) y Castilla (53,66 %). Los niveles bajos fueron más frecuentes en Castilla (41,46 %), Piura (36,14 %) y en menor medida en 26 de Octubre (25 %). Las concentraciones elevadas se observaron en un 4,88 % en Castilla, 3,61 % en Piura y 2,78 % en 26 de Octubre. Respecto a TSH, el 100 % de los pacientes de 26 de Octubre y Piura presentó niveles altos, mientras que en Castilla fue el 95,12 % y el 4,88 % se ubicó dentro del rango normal. No se identificaron concentraciones bajas (Figura 6). En el distrito 26 de Octubre la concentración promedio de T3 fue de 56,50 ng/dL, T4 de 1,01 ng/dL y TSH de 14,49 mU/L. En Castilla, la media de T3 fue de 62,37 ng/dL, T4 de 0,95 ng/dL y TSH de 19,67 mU/L. En Piura, la concentración promedio de T3 fue de 58,86 ng/dL, T4 de 0,92 ng/dL y TSH de 23,27 mU/L.

En cuanto a la procedencia (Piura, Castilla y 26 de Octubre), las diferencias en proporciones de T3 baja fueron mínimas (entre 56 % y 58 %), lo que sugiere ausencia de diferencias significativas ($p > 0,05$). Para T4 y TSH, aunque se observaron variaciones leves entre distritos, estas no fueron estadísticamente significativas. Por ejemplo, la proporción de TSH elevada fue del 100 % en dos distritos y 95,12 % en Castilla (IC 95 %: 83,5–99,4 %), lo cual no representa una diferencia inferencial relevante.

En conjunto, los análisis inferenciales realizados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles hormonales (T3, T4, TSH) según sexo. La TSH elevada es una característica uniforme en la población estudiada, sin variación entre subgrupos; las diferencias observadas por edad sugieren una posible asociación, aunque no confirmada estadísticamente por limitaciones en los datos disponibles, y la procedencia geográfica no influye significativamente en los perfiles

hormonales.

Discusión

En general, el hipotiroidismo presenta diversos orígenes: deficiencia de yodo, enfermedades autoinmunes, extirpación de la glándula tiroides, alteración del eje hipotálamo-hipofisario, factores genéticos y causas congénitas (Vargas et al., 2021). La determinación de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) secretada por la adenohipófisis en respuesta a la disminución de los niveles circulantes de triyodotironina (T3) y tiroxina (T4), para estimular la actividad tiroidea y restaurar la homeostasis hormonal (Benavides y Batista, 2023), constituye una herramienta diagnóstica para la detección de alteraciones de la glándula tiroides como el hipotiroidismo.

Se observó el aumento de la concentración de TSH con la disminución de T3 y T4, el 98,75 % de los pacientes presentó concentraciones séricas elevadas de esta hormona ($>4,0\text{mU/L}$), lo que concuerda con los hallazgos obtenidos en Ecuador, donde se reportaron concentraciones de TSH altas (6,285 y 47,104 mU/L); señala diversos factores predisponentes en la aparición de hipotiroidismo, tales como el sexo, el estrés, los antecedentes familiares, la dieta y la actividad física (Veintemilla, 2022); esto sugiere una respuesta adaptativa del eje hipotálamo-hipófisis-tiroides frente a un estado hipotiroideo (Sisa & Alvario, 2015).

Respecto a las concentraciones de hormonas tiroideas según el sexo, se determinó que el 63,75 % de los pacientes con hipotiroidismo fueron del sexo femenino. En Perú, se señala que el hipotiroidismo presenta una mayor prevalencia a en la población femenina a nivel nacional, lo cual refuerza y contextualiza los resultados obtenidos

(INEI, 2009; MINSA, 2014); es así que, en Loreto, Perú, se evidenció que el 79,79 % de los pacientes diagnosticados con hipotiroidismo fueron mujeres, destacándose el grupo etario de 41 a 50 años como el más afectado (Panaifo, 2020); igualmente, en Piura, Perú, se reportó que el 59,5 % de los pacientes diagnosticados fueron mujeres (Alvarado, 2020); el mismo panorama se encontró en India (Unnikrishnan et al., 2023) y en China (Jiang et al., 2020).

Las diferencias observadas entre hombres y mujeres en relación a las hormonas estudiadas podrían atribuirse a la influencia de los estrógenos en la modulación de la función tiroidea y por los cambios fisiológicos y hormonales característicos del sexo femenino (Ponce, 2021). Asimismo, la mayor predisposición de las mujeres a desarrollar enfermedades autoinmunes constituye un factor etiológico de considerable relevancia en la aparición del hipotiroidismo primario (Zou et al., 2021). Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar las diferencias endocrinas entre sexos como elementos determinantes en la fisiopatología de las enfermedades tiroideas.

En relación a la situación de las mujeres gestantes, Abuhadba et al. (2022), indicaron que el hipotiroidismo afecta con mayor intensidad a las gestantes, aumentando el riesgo de complicaciones tanto maternas como fetales; de igual manera, Cruz et al. (2023) observaron que las concentraciones de TSH varían a lo largo del periodo gestacional. En este sentido, los resultados de la presente investigación reflejan este patrón, ya que se registraron valores medios de TSH de 64,11 mU/L en el primer trimestre, 26,10 mU/L en el segundo y 54,80 mU/L en el tercer trimestre, lo que subraya la variabilidad de esta hormona a lo largo del embarazo.

El hipotiroidismo durante el embarazo, se debe principalmente a los cambios fisiológicos que se producen en este periodo, como la disminución de las hormonas tiroideas libres, el aumento de TSH, la participación de la hormona gonadotropina coriónica humana (hCG) en regular la producción de hormonas tiroideas, y el requerimiento hormonal del feto para su adecuado desarrollo y maduración (Alvarado et al., 2021). Paralelamente, estos cambios incrementan la excreción de yodo, lo que eleva su requerimiento en hasta un 50 %. Cuando este mineral es deficiente, se compromete la función tiroidea materna, lo que puede tener repercusiones negativas tanto en la salud materna como fetal (Ponce, 2021).

Los resultados en relación a los grupos por edad concuerdan a los reportados por Alvarado (2020), quien documentó una media de edad de 49,39 años en pacientes diagnosticados con hipotiroidismo. Adicionalmente, Yao et al. (2021) identificaron diferencias significativas en los niveles de TSH, T4 y T3 entre pacientes masculinos y femeninos en poblaciones pediátricas, y encontraron que estas diferencias se reducen con el incremento de la edad. Asimismo, Fernández et al. (2021), en España, reportaron valores de TSH más elevados en los grupos etarios jóvenes, mientras que Yamada et al. (2023), en Japón, observaron que los valores de TSH aumentan con la edad en mujeres, manteniéndose relativamente estables en hombres. Estas observaciones refuerzan la necesidad de considerar la edad y el sexo como variables determinantes en la interpretación de las pruebas de función tiroidea (Suzuki et al., 2021).

Se considera que la edad constituye un factor de riesgo para el desarrollo de hipotiroidismo, ya que, a medida que se avanza en la edad, aumenta la prevalencia de comorbilidades como hipertensión arterial, dislipidemia y diabetes

mellitus tipo II (Aldas et al., 2021). Además, los cambios hormonales asociados con el envejecimiento influyen en el funcionamiento normal de la glándula tiroides, lo que favorece la aparición de trastornos tiroideos (Ponce, 2021). Por tanto, la combinación de estos factores incrementa el porcentaje del hipotiroidismo en la población de adultos mayores.

Los resultados en relación al lugar de procedencia de los pacientes sugieren que la escasez de recursos en áreas rurales o circundantes a zonas urbanas contribuye a la detección tardía y al mal manejo de la enfermedad, mas no en su origen, lo que favorece el desarrollo de formas clínicas más avanzadas (León y Miranda, 2022). Estas diferencias podrían atribuirse a la menor disponibilidad de recursos de apoyo al diagnóstico en zonas alejadas, así como a factores nutricionales, como la deficiencia de yodo (Fernández et al., 2021); este elemento es indispensable para la correcta funcionalidad tiroidea, ya que es fundamental para la síntesis de T3 y T4 (Aldas, et al., 2021). Se evidenció que los pacientes provenientes de zonas rurales o con limitado acceso a los servicios de salud presentaron niveles más elevados de TSH y más bajos de T4 y T3, en comparación con aquellos procedentes de áreas urbanas.

Se advirtió que en los establecimientos rurales y regionales de Perú se observaba una mayor prevalencia de desnutrición, lo que podría incidir en la fisiopatología del hipotiroidismo (MINSA, 2025); en ese sentido, se sabe que el control inadecuado del hipotiroidismo subclínico en gestantes provenientes de zonas rurales incrementa significativamente el riesgo de complicaciones obstétricas, subrayando la importancia de fortalecer los programas de tamizaje y seguimiento en dichos contextos (Alvarado et al., 2021).

Los resultados obtenidos aportan información relevante y actualizada acerca de las concentraciones séricas de las hormonas relacionadas al hipotiroidismo en pacientes atendidos en el centro médico Hematólogo de Piura, contribuye al conocimiento científico regional y nacional sobre esta enfermedad y resalta la importancia de la implementación de estrategias de apoyo al diagnóstico que permitirán tratamientos oportunos. Finalmente, la información aquí presentada servirá como referencia para estudios posteriores y para optimizar los protocolos diagnósticos y terapéuticos en el laboratorio clínico.

Conclusiones

La concentración sérica promedio de las hormonas tiroideas en pacientes diagnosticados con hipotiroidismo, atendidos en el Centro Médico Hematólogo de Piura durante el 2024 estuvo en el rango normal para T3 y T4, y encima de lo normal para TSH.

El 98,75 % de los pacientes presentó niveles elevados de TSH, mientras que el 56,88 % mostró disminución de T3 y el 61,25 % mantuvo niveles normales de T4. Los pacientes de uno y otro sexo presentaron concentraciones promedio normales de T3 y T4, y elevados de TSH.

Los adolescentes, jóvenes y adultos presentaron concentraciones promedio de T3 y T4 normales y de TSH elevados, mientras que en los adultos mayores la concentración promedio de T3 fue baja, T4 normal y TSH elevada.

Los pacientes del distrito de 26 de Octubre presentaron concentraciones promedio de T3 bajas, de T4 normales y de TSH, altas; los de Castilla y Piura mostraron niveles de T3 y T4 normales, y de TSH alto.

Literatura citada

- Abuhadba , K. A., Talavera, J. E., Vera, V. J., Y Cruz, J.A. (2022). Tratamiento médico en gestantes con hipotiroidismo subclínico: revisión sistemática y meta-análisis. *Rev. Brasileira Saúde Materno Infantil*, 22(2), 227-235. doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9304202200020003>
- Alam, F. (2023). What Patients should know about Hypothyroidism. *ThyroWorld*, 26, 18-19. Disponible en: https://thyroidfed.org/wpcontent/uploads/2023/10/TW26_2023.pdf
- Aldas, C. A., Alcívar, A. G., Ganchozo, W. N., Y Ferrín, N. I. (2021). Hipotiroidismo: actualización en pruebas de laboratorio y tratamiento. *Dom Cien*, 7(5), 270-284. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2249>
- Alvarado, V., Fonseca, J., Y Morales, V. (2021). Hipotiroidismo durante el embarazo: Revisión Bibliográfica. *Rev. Cienc. Salud*, 5(2), 4 - 14. Disponible en: <https://revistacienciaysalud.ac.cr/ojs/index.php/cienciaysalud/article/view/245/371>
- Alvarado , C. R. M. (2020). Perfil clínico y adherencia al tratamiento en pacientes con hipertiroidismo atendidos en el Hospital III-1 José Cayetano Heredia, Piura 2017-2018. Tesis. Universidad Privada Antenor Orrego. Repositorio Institucional UPAO.
- Benavides, M. F., & Batista, Y. B. (2023). Diagnóstico del hipotiroidismo subclínico de adultos y la efectividad de la levotiroxina. *Polo del Conocimiento*, 8(4), 347-361. doi:10.23857/pc.v8i3
- Cruz, K., Islachin, L. Y Rivera, S. (2023). Nivel de TSH en gestantes con diabetes mellitus tipo II atendidas en el Hospital San Bartolomé de julio - diciembre, Lima 2021. Tesis. Licenciada en Tecnología Médica con Especialidad en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica. Universidad Continental. Repositorio Continental.
- Eyzaguirre, J. R. (2020). Características clínicas y antecedentes relacionados con hipotiroidismo congénito en dos hospitales de Piura durante los años 2006-2017. Tesis. Universidad César Vallejo. Repositorio Institucional Universidad César Vallejo.
- Fernández, I., Maeso, S., Sarasua, A., Del Hoyo, M., Lorente, I., Y Díez, I. (2021). Differences in thyroid function between small for gestational age and those with appropriate weight for gestational age. Is thyroid function normal in small for gestational age newborns?. *Anales de Pediatría*, 95(5), 330-335. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.10.009>
- Forero, S., Puerta, J. D., Y Correa, L. (2020). Interpretación de las pruebas de función tiroidea. (E. M. S.A., Ed.) *Medicina & Laboratorio*, 24(2), 93-109. doi: <https://doi.org/10.36384/01232576.209>
- Fung, A. W., Knauer, M. J., Blasutig, I. M., Colantonio, D. A., Y Kulasingam, V. (2017). Evaluation of

Electrochemical luminescence immunoassays for immunosuppressive drugs on the Roche cobas e411 analyzer. F1000 Research, 6. doi: <https://doi.org/10.12688/f1000research.12775.2>

Instituto Nacional De Estadística E Informática - INEI. (2009). Mapa de Desnutrición Crónica en Niños Menores de cinco años a nivel Provincial y Distrital, 2007. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0881/libro.pdf

Instituto Nacional De Salud Del Niño - INSN. (2021). Guía de Procedimiento: Dosaje de hormonas tiroideas y paratiroides. Lima: Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja. Disponible en: <https://www.insnsb.gob.pe/docs-trans/resoluciones/archivopdf.php?pdf=2022/RD%20N%C2%B0%2000007-2022-DG-INSNSB%20GP%20066%20GUIA%20DOSAJE%20DE%20HORMONAS%20TIROIDEAS%20Y%20PARATIROIDEAS.pdf>

Jiang, L., Du, J., Wu, W., Fang, J., Wang, J., Y Ding, J. (2020). Sex differences in subclinical hypothyroidism and associations with metabolic risk factors: a health examination-based study in mainland China. BMC Endocr Disord 20, 100 (2020). doi: <https://doi.org/10.1186/s12902-020-00586-5>

León, V.H., Y Miranda, A. P. (2022). Estudio de la relación del hipotiroidismo e hipertiroidismo con las dislipidemias en las poblaciones de Batzacón–Guano y Riobamba. Tesis.

Manrique, Y. (2022). Niveles de hormonas tiroideas en relación con el sexo y edad en pacientes del Hospital II de Huamanga Carlos Tupppia García-Godos, EsSalud. Ayacucho 2021. Tesis. Licenciado en Química Farmacéutica. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Repositorio Institucional UNSCH.

Ministerio De Salud - MINSA. (2014). Un millón y medio de peruanos padecen hipotiroidismo. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/32220-un-millon-y-medio-de-peruanos-padece-de-hipotiroidismo>

Ministerio De Salud - MINSA. (2024). Primer Semestre. Informe Gerencial SIEN HIS. Estado nutricional de niños menores de cinco años que acceden a establecimientos de Salud. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7025536/6049896-informe-gerencial-sien-his-ninos-primer-semester-2024-base-datos-his.pdf>

Panaifo, C. I. (2020). Utilidad del perfil de hormonas tiroideas (TSH, T3, T4) y su correlación con el hipotiroidismo e hipertiroidismo en adultos mayores del centro diurno del adulto mayor del GAD Municipal de Palora. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. DSpace ESPOCH.

Villalba, M. D., Haseitel, M., Martínez, M., Y Bonneau, G. A. (2019). Características clínicas y bioquímicas al momento del diagnóstico de hipotiroidismo en mujeres adultas. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 31(1), 105-110. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7273405.pdf>

Yamada, S., Horiguchi, K., Akuzawa, M., Sakamaki, K., Yamada, E., Ozawa, A., Kobayashi, I., Shimomura, Y., Okamoto, Y., Andou, T., Andou, Y., Y Yamada, M. (2023). The impact of age- and sex-specific reference ranges for serum thyrotropin and free thyroxine on the diagnosis of subclinical thyroid dysfunction: a multicenter study from Japan. *Thyroid*, 33(4), 428-439. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2022.0567>

Yao, C., Wu, M., Liu, M., Chen, X., Zhu, H., Xiong, C., Wang, D., Xiang, Y., Suo, G., Wang, J., Sun, H., Yuan, C., Y Xia, Y. (2021). Age- and sex-specific reference intervals for thyroid hormones in a Chinese pediatrics: a prospective observational study of 1,279 healthy children. *Translational pediatrics*, 10(10), 2479-2488. doi: <https://doi.org/10.21037/tp-21-389>

Zambrano, F., Soledispa, M., Demera, G., Y Alvarado, J. (2021). Causas y consecuencias de los trastornos de la tiroides. *Recimundo*, 5(3), 424-432. doi: 10.26820/recimundo/5.(3).sep.2021.424-432.

Zou, Y., Wang, D., Cheng, X., Ma, C., Lin, S., Hu, Y., Yu, S., Xia, L., Li, H., Yin, Y., Liu, H., Zhang, D., Zhang, K., Lian, X., Xu, T., Y Qiu, L. (2021). Reference intervals for thyroid-associated hormones and the prevalence of thyroid diseases in the Chinese population. *Annals of laboratory medicine*, 41(1), 77-85. doi: <https://doi.org/10.3343/alm.2021.41.1.77>

Agradecimientos

Se agradece a la Dra. Patricia Cannata Arriola.

Rol de los autores

EG-J: Conceptualización, Metodología; Análisis formal, Redacción: revisión y edición. JF-P: Conceptualización, Supervisión, y Redacción: revisión y edición.

Aspectos éticos

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Se obtuvo los consentimientos informados correspondientes y se respetó estrictamente la confidencialidad sobre los pacientes. Se tuvo la autorización institucional y la aprobación ética pertinentes.

Fitoplancton en caletas Cabo Blanco y El Ñuro, Talara, durante el desarrollo de El Niño Costero.

Phytoplankton in the coves of Cabo White and The Ñuro, talara, during the development of the coastal child.

 **Jesly Meza**^{1*}  **Humberto Rivera**¹  **Juan López**¹  **Eva Neyra**¹

1. Escuela profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura, Perú.

2. CERPER- PERÚ

*Autor de correspondencia: jeslybea@gmail.com

Recibido: mayo 22, 2026; Aceptado: junio 10, 2026; Publicado: agosto 17, 2026.

Resumen

Se determinaron las especies de fitoplancton marino entre las caletas Cabo Blanco y El Ñuro, provincia de Talara, Piura, durante abril y septiembre de 2023. Se establecieron seis zonas de muestreo seleccionadas ad libitum. Las muestras fueron obtenidas mediante arrastres horizontales superficiales con una red de fitoplancton de 50 μm de abertura de malla y conservadas en frascos de 200 ml con formalina al 10 %. La determinación taxonómica se realizó mediante guías especializadas. Se registraron 101 especies pertenecientes a tres divisiones: Bacillariophyta (46), Pyrrhophyta (54) y Chrysophyta (1), distribuidas en 24 familias y 38 géneros. Destacaron las familias Chaetoceraceae y Ceratiaceae. El fitoplancton estuvo dominado por dinoflagelados, asociados al incremento de la temperatura superficial del mar durante El Niño Costero. Además, se determinaron especies indicadoras de aguas ecuatoriales superficiales como *Triplos brevis* y *Ornithocercus steinii*, así como 12 especies de dinoflagelados y 6 de diatomeas indicadoras de aguas cálidas.

Palabras clave: Productividad marina, dinoflagelados, diatomeas, aguas cálidas.

Abstract

Marine phytoplankton species were determined between Cabo Blanco and El Ñuro coves, Talara Province, Piura, Peru, during April and September 2023. Six sampling areas were established using an ad libitum selection approach. Samples were collected through surface horizontal tows using a 50- μm mesh phytoplankton net and preserved in 200-mL bottles containing 10% formalin. Taxonomic identification was performed using specialized identification guides. A total of 101 species belonging to three divisions were recorded: Bacillariophyta (46), Pyrrhophyta (54), and Chrysophyta (1), distributed among 24 families and 38 genera. The families Chaetoceraceae and Ceratiaceae were particularly prominent. The phytoplankton community was dominated by dinoflagellates, associated with increased sea surface temperatures during the Coastal El Niño event. In addition, species indicative of Equatorial Surface Waters, such as *Triplos brevis* and *Ornithocercus steinii*, were identified, along with 12 dinoflagellate species and six diatom species indicative of warm waters.

Keywords: Marine productivity, dinoflagellates, diatoms, warm waters.

Introducción

Los océanos son vastos cuerpos de agua que rodean los continentes. Constituyen los ecosistemas más grandes del planeta y juegan un papel esencial en la regulación de la vida en la Tierra. Albergan una gran diversidad de organismos, desde pequeñas formas unicelulares hasta los mamíferos más grandes. A pesar de numerosos estudios en estos sistemas marinos, todavía hay muchos aspectos por entender, incluyendo procesos biológicos, compuestos bioactivos, interacciones ecológicas, relaciones tróficas, pesquerías y aplicaciones de modelamiento oceanográfico, entre otros (Galicia et al., 2022).

El Perú es conocido en el mundo por ser uno de los países más ricos en biodiversidad. Esto se debe a la existencia de ecosistemas únicos y altamente productivos. Destaca el mar frío influenciado por la Corriente de Humboldt, también llamada Corriente Peruana. Este sistema es uno de los más productivos y biodiversos del planeta (Ramos et al., 2022). Se caracteriza por intensos procesos de afloramiento costero, que llevan aguas frías ricas en nutrientes hacia la superficie. Esto promueve una alta productividad primaria y sostiene importantes cadenas tróficas, además, una de las pesquerías más grandes del mundo: la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) (Cunningham et al., 2020).

Un logro reciente en los esfuerzos de conservación marina del país fue la creación de la Reserva Nacional Mar Tropical de Grau. Esta reserva abarca 115 675 hectáreas en cuatro sectores: Isla Foca, Cabo Blanco–El Ñuro, Arrecifes de Punta Sal y Banco de Máncora (Fig. 1). En esta área, la corriente fría de Humboldt se encuentra con aguas cálidas del sistema de El Niño, formando un ecosistema de transición muy complejo. Esta zona alberga más del 70 % de las

especies marinas registradas en el Perú, incluyendo “tortugas marinas” *Dermochelys coriacea* y *Chelonia mydas*, “delfines” *Tursiops truncatus*, “ballena jorobada” *Megaptera novaeangliae*, “tiburón ballena” *Rhincodon typus* y “mantarraya gigante” *Mobula birostris* (Ministerio del Ambiente, 2016; Gobierno del Perú, 2024). La creación de esta reserva busca mejorar la conservación de la biodiversidad marina, fomentar la investigación científica y contribuir al desarrollo sostenible de las comunidades costeras.

En este contexto, el fitoplancton es fundamental ya que es la base de la red trófica marina. Este conjunto de microalgas fotosintéticas actúa como productor primario al transformar la energía solar en biomasa para otros niveles tróficos. Se estima que el fitoplancton genera alrededor del 50 % de la producción primaria global y es clave en los ciclos biogeoquímicos, especialmente en la captura de carbono y la regulación del clima (Field et al., 1998; Behrenfeld et al., 2006). Además, la diversidad de especies de fitoplancton, como diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias y cocolitóforos, les otorga una gran capacidad de adaptación a los cambios ambientales, lo que los convierte en importantes bioindicadores de la salud de los ecosistemas marinos (Litchman et al., 2015). En las aguas peruanas, los procesos de afloramiento fomentan el crecimiento de comunidades fitoplanctónicas que sostienen especies valiosas ecológicamente y económicamente, como la anchoveta, recurso emblemático de la pesquería nacional (Ramos et al., 2022).

Una de las áreas con mayor biodiversidad marina en Perú se encuentra en la región de Piura, especialmente frente a las costas de Cabo Blanco y El Ñuro. En estas localidades se reúnen acantilados, formaciones rocosas y ecosistemas

marinos que forman ambientes de alta riqueza biológica y paisajística. El mar de Cabo Blanco es conocido internacionalmente por la interacción entre masas de agua frías y cálidas, lo que favorece la presencia y proliferación de numerosas especies marinas (Chávez, 2020). Esta convergencia oceanográfica convierte a la zona en un ecosistema dinámico y estratégico para estudiar los cambios ambientales vinculados a la variabilidad climática.

Estudios en el Sistema de la Corriente de Humboldt han mostrado que las variaciones climáticas asociadas al evento El Niño alteran tanto la biomasa del fitoplancton como la estructura funcional de las comunidades microalgales. Durante los períodos cálidos, la reducción del afloramiento costero, disminuye el aporte de nutrientes a la zona eufótica, provocando una baja en la productividad y en la concentración de clorofila-a (Pietri et al., 2021). En estas condiciones, las diatomeas tienden a disminuir en cantidad, mientras que los dinoflagelados y otros organismos flagelados aumentan su presencia debido a la mayor estratificación del agua y al incremento de la temperatura superficial del mar (Ochoa et al., 2010). Estos cambios afectan la eficiencia de transferencia de energía a niveles tróficos superiores y el funcionamiento general del ecosistema marino.

La alta productividad del Sistema de Humboldt también se ve afectada por procesos físicos de escala meso e intraescala, como ondas atrapadas costeras, surgencias localizadas y pulsos de enriquecimiento nutricional, que regulan la dinámica temporal del fitoplancton. Investigaciones oceanográficas cerca de la costa peruana demuestran que la variabilidad interestacional, explica gran parte de las fluctuaciones en la concentración de clorofila y en los procesos de exportación de carbono en

áreas de afloramiento costero (Grados et al., 2014). Estas interacciones entre los procesos oceanográficos y productividad biológica hacen del norte peruano un laboratorio natural importante para el estudio de los efectos del cambio climático y la variabilidad oceánica en ecosistemas altamente productivos.

Además, estudios ecológicos realizados durante eventos intensos de El Niño han mostrado que las alteraciones en la composición del fitoplancton impactan toda la red trófica marina en el norte del Perú. Modelos ecosistémicos aplicados al Sistema de la Corriente de Humboldt indican que los cambios en la abundancia de diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados provocan reacciones en cadena en el zooplancton, peces pelágicos y organismos bentónicos (Tam et al., 2008). Igualmente, se señala que ecosistemas marinos tropicales y de transición, como Cabo Blanco y El Ñuro, son muy sensibles al calentamiento oceánico, lo que promueve la migración temporal de especies asociadas a aguas cálidas (Riascos et al., 2017).

En este sentido, determinar las especies del fitoplancton y los cambios que sufren, es crucial para entender la resiliencia y estabilidad ecológica de los ecosistemas marinos del Pacífico sudoriental ante eventos de variabilidad climática.

Materiales y metodos

Área de estudio

El muestreo se realizó en las caletas pesqueras de Cabo Blanco (4°14' S, 81°14' O) y El Ñuro (4°14' S, 81°12' O), provincia de Talara, Piura, Perú (Estrella et al., 1999). Se establecieron seis estaciones de muestreo ad libitum (Tabla 1), las cuales fueron georreferenciadas utilizando un GPS GARMIN ETREX 10 (Fig. 1 y 2).

Toma de muestras

Se realizaron seis campañas de muestreo entre abril y septiembre de 2023. El fitoplancton fue colectado utilizando una red de 50 µm de abertura de malla mediante arrastres superficiales de cinco minutos desde una embarcación de madera de 5 toneladas, a una velocidad de 3 nudos.

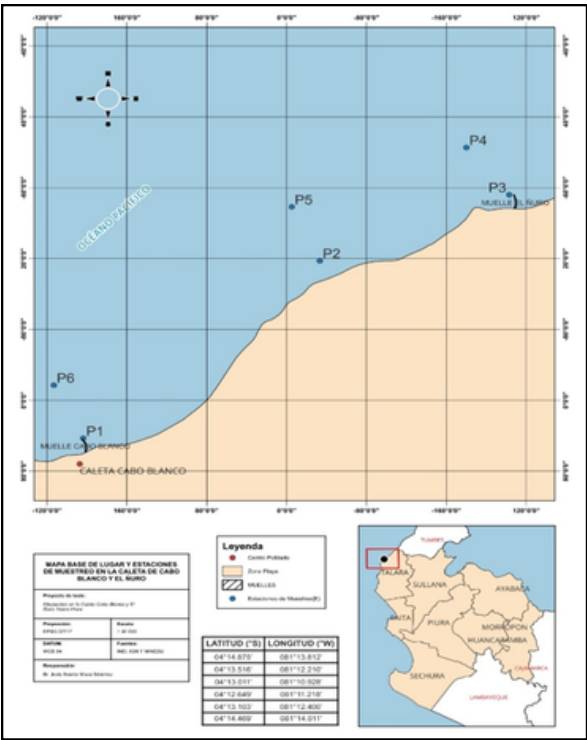


Figura 1. Mapa base del lugar y Estaciones de muestreo en la Caleta de Cabo Blanco y El Ñuro.

Las mediciones in situ de temperatura, salinidad y pH se obtuvieron con una sonda multiparamétrica YSI Professional Plus. Las muestras fueron fijadas con formalina al 10% y transportadas al Laboratorio de Botánica de la Universidad Nacional de Piura.

Análisis cualitativo

Un total de 144 muestras fueron analizadas mediante observación directa en un microscopio Carl Zeiss. La determinación taxonómica se

realizó siguiendo claves estándar y la referencia regional Microalgas Marinas del Norte del Perú (Yovera et al., 2020).

Las microfotografías se obtuvieron con una cámara Samsung Galaxy M54 de 108 MP adaptada al ocular del microscopio.

Procesamiento de resultados

Fueron organizados en Microsoft Excel 2021, y los mapas de distribución espacial se generaron utilizando ArcGIS 10.5.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo entre Cabo Blanco y El Ñuro (Talara, Piura), abril – septiembre de 2023.

Sampling Station	Latitud (°S)	Longitud (°W)
1	04°14.875'	081°13.812'
2	04°13.516'	081°12.210'
3	04°13.011'	081°10.928'
4	04°12.649'	081°11.218'
5	04°13.103'	081°12.400'
6	04°14.469'	081°14.011'

Resultados

Entre las zonas costeras de Cabo Blanco y El Ñuro (Talara, Perú), durante el periodo comprendido entre abril y septiembre de 2023, se determinaron 3 divisiones, 7 órdenes, 24 familias, 38 géneros y 101 especies de fitoplancton. La división Pyrrhophyta fue la más diversa, con 54 especies registradas, seguida de Bacillariophyta (46 especies) y Chrysophyta (1 especie).

La composición porcentual de la comunidad fitoplanctónica se muestra en la Fig. 2, donde Pyrrophyta predominó con el 53% del total de especies, mientras que Bacillariophyta y Chrysophyta representaron el 46% y 1%, respectivamente. Los parámetros ambientales registrados durante el mismo periodo se resumen en la Tabla 2. La temperatura superficial del mar disminuyó progresivamente de 26,8 °C en abril a 24,0 °C en septiembre. La salinidad también mostró una ligera reducción, de 33,3‰ a 32,8‰, mientras que el pH aumentó de 8,1 a 8,6, lo que indica una tendencia hacia condiciones más alcalinas a medida que avanzó el periodo de muestreo.

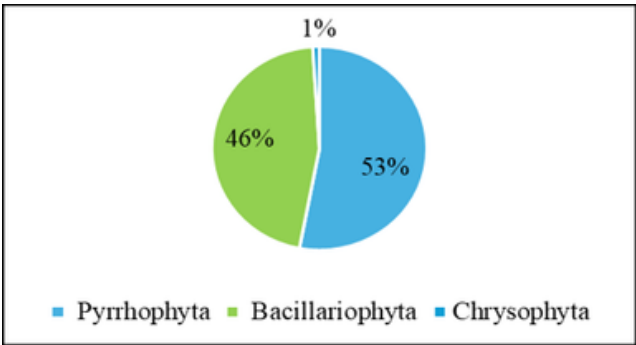


Figura 2. Composición porcentual del fitoplancton superficial entre Cabo Blanco y El Ñuro–Talara, abril–septiembre de 2023.

Se registraron diatomeas pequeñas típicas de la Corriente Costera Peruana, tales como *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassionema bacillare* y especies del género *Chaetoceros* (*Ch. debilis*, *Ch. decipiens*). Asimismo, diatomeas asociadas a afloramientos costeros, incluyendo *Chaetoceros curvisetus*, *Ditylum brightwellii*, *Thalassionema nitzschioides* y *Detonula pumila*. También se evidenció la presencia de diatomeas de aguas cálidas, como *Chaetoceros peruvianus*, *Eucampia cornuta*, *Guinardia flaccida*, *Helicotheca tamensis*, *Trieres chinensis* y *Planktoniella sol*.

Tabla 2. Parámetros ambientales entre Cabo Blanco y El Ñuro, abril – septiembre de 2023.

Mes	T (°C)	Salinidad (‰)	pH
Abril	26,8	33,3	8,1
Mayo	25,8	33,2	8,3
Junio	25,4	33,1	8,4
Julio	24,9	33	8,5
Agosto	24,4	32,9	8,6
Septiembre	24	32,8	8,6

Dinoflagelados de aguas cálidas entre ellas especies indicadoras como *Triplos brevis* y *Ornithocercus steinii* evidenciaron la influencia de las aguas ecuatoriales superficiales (AES), particularmente entre abril y junio de 2023.

Además, se detectó un número considerable de especies asociadas a masas de agua tropical, incluyendo *Amphisolenia bidentata* y varias especies del género *Triplos* (*T. candelabrum*, *T. extensus*, *T. karstenii*, *T. macroceros*, *T. massiliensis* y *T. trichoceros*), así como *Lingulodinium polyedrum*, *Protoperidinium divergens*, *P. latispinum* y *Pyrocystis fusiformis*, lo que sugiere la persistencia de condiciones de aguas cálidas en toda el área de estudio.

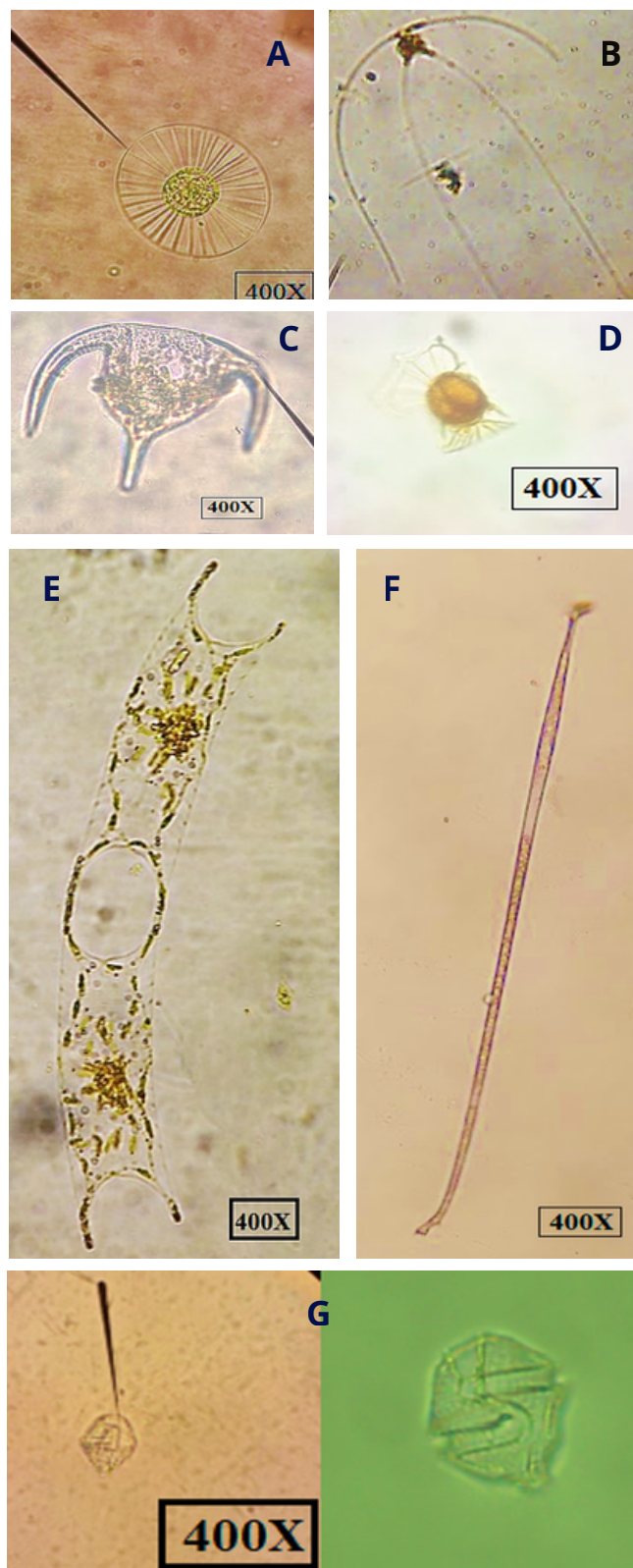


Figura 3: Especies asociadas a masas de agua tropical: (A) *Planktoniella sol*, (B) *Chaetoceros peruvianus*, (C) *Tripes brevis* = *Ceratium breve*, (D) *Ornithocercus steinii*, (E) *Eucampia cornuta*, (F) *Amphisolenia bidentata*, (G) *Lingulodinium polyedrum*.

Discusión

La presencia simultánea de especies indicadoras de afloramiento como *Chaetoceros curvisetus*, *Ditylum brightwellii*, *Detonula pumila* y *Thalassionema nitzschioides*, junto con especies asociadas a aguas cálidas como *Chaetoceros peruvianus*, *Eucampia cornuta*, *Guinardia flaccida* y *Planktoniella sol*, evidencia una condición oceanográfica transicional en Cabo Blanco y El Nuro.

Thalassionema nitzschioides es considerada una especie característica de ambientes altamente productivos asociados a surgencias costeras, mientras que diversas especies del género *Chaetoceros* responden rápidamente al enriquecimiento de nutrientes generado por los procesos de afloramiento (De Mendiola, 1981; Reynolds, 2006).

Por el contrario, la presencia de diatomeas de afinidad tropical refleja la incursión de masas de agua cálidas sobre el sistema costero peruano. La coexistencia de ambos grupos sugiere que durante el Niño Costero 2023 persistieron remanentes de productividad asociados al afloramiento local bajo una creciente influencia de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), generando una comunidad fitoplanctónica mixta característica de la zona de transición entre la Corriente de Humboldt y el Pacífico Tropical Oriental (Riascos et al., 2017; Paul et al., 2022).

El predominio de los dinoflagelados durante el periodo de estudio se asocia con la presencia de las AES, cuya influencia se incrementa cuando el afloramiento se debilita y la temperatura superficial del mar aumenta. Bajo estas condiciones, la estratificación de la columna de agua y la reducción del aporte de nutrientes favorecen a los dinoflagelados sobre las diatomeas, promoviendo una reorganización de la

comunidad fitoplanctónica y una mayor dominancia de especies mixotróficas (Paul et al., 2022). Esta respuesta ha sido ampliamente documentada en ecosistemas de afloramiento afectados por eventos cálidos, donde las diatomeas disminuyen progresivamente mientras los dinoflagelados incrementan su abundancia y diversidad (Ochoa et al., 2010; Pietri et al., 2021).

Asimismo, la detección de especies indicadoras de aguas tropicales como *Tripes brevis*, *Ornithocercus steinii*, *Amphisolenia bidentata*, *Lingulodinium polyedrum* y *Protoperdinium divergens* entre abril y junio respalda la influencia de masas de agua cálida sobre la zona de estudio. Los géneros *Tripes* y *Ornithocercus* son reconocidos indicadores biológicos de aguas tropicales y subtropicales del Pacífico oriental, siendo frecuentemente registrados durante eventos de intrusión de aguas ecuatoriales y fases cálidas asociadas a El Niño (Taylor et al., 2008; Yovera et al., 2020).

Por ello, la presencia de estas especies constituye una evidencia biológica consistente con las condiciones oceanográficas registradas durante el periodo de estudio.

Desde el punto de vista de los bioindicadores ecológicos, la composición observada del fitoplancton refleja con alta sensibilidad el estado trófico y estabilidad física del sistema marino-costero. De acuerdo con la teoría de sucesión del fitoplancton, las diatomeas predominan en sistemas turbulentos enriquecidos en nutrientes, mientras que los dinoflagelados dominan en condiciones más estratificadas y oligotróficas debido a su capacidad de regulación vertical y estrategias mixotróficas (Margalef, 1978; Reynolds, 2006).

En este sentido, el incremento de dinoflagelados registrado durante el periodo de estudio se interpreta como un bioindicador de debilitamiento del afloramiento costero y reducción de la disponibilidad de nutrientes inorgánicos, situación descrita previamente para ecosistemas tropicales influenciados por eventos cálidos (Cloern, 1996; Smayda & Reynolds, 2001).

En cuanto a los parámetros ambientales, la temperatura superficial del mar varió entre 26,8 °C y 24,0 °C, mientras que la salinidad fluctuó entre 33,3 ‰ y 32,8 ‰. Estas condiciones son consistentes con aguas relativamente cálidas y moderadamente estratificadas. En el sistema de afloramiento peruano, temperaturas superficiales superiores a 25 °C se relacionan con una menor intensidad de surgencia y reducción en la disponibilidad de nutrientes inorgánicos, favoreciendo el desarrollo de comunidades dominadas por dinoflagelados (Doering et al., 2016; Paul et al., 2022).

Finalmente, la riqueza de 101 especies registrada entre Cabo Blanco y El Ñuro demuestra que esta zona mantiene una elevada diversidad fitoplanctónica, incluso bajo condiciones ambientales fluctuantes. La coexistencia de especies indicadoras de afloramiento, aguas tropicales y AES confirma la utilidad del fitoplancton como herramienta para evaluar cambios en la dinámica marina y monitorear los efectos de la variabilidad climática sobre los ecosistemas costeros (Litchman et al., 2015; Ramos et al., 2022). Los resultados obtenidos constituyen una línea base ecológica para la Reserva Nacional Mar Tropical de Grau y evidencian una comunidad fitoplanctónica altamente sensible a los cambios oceanográficos inducidos por eventos cálidos en la costa norte del Perú.

Conclusiones

Las aguas de Cabo Blanco–El Ñuro albergan una composición fitoplanctónica diversa (101 especies registradas entre abril y septiembre de 2023).

Los dinoflagelados (Pyrrhophyta) constituyeron el grupo más representativo, seguidos por diatomeas (Bacillariophyta).

La presencia de diatomeas de aguas cálidas (*Chaetoceros peruvianus*, *Eucampia cornuta*, *Guinardia flaccida*) indica un régimen de tipo tropical.

Taxones indicadores (Tripos, Lingulodinium, Protoperidinium) confirmaron la influencia de aguas cálidas en el área de estudio.

Literatura citada

Behrenfeld, M. J., O'Malley, R. T., Siegel, D. A., McClain, C. R., Sarmiento, J. L., Feldman, G. C., Milligan, A. J., Falkowski, P. G., Letelier, R. M., & Boss, E. S. (2006). Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, 444(7120), 752–755.
<https://doi.org/10.1038/nature05317>

Chávez, J. (2020). La perla del Norte. Proyecto Concha Perlera – PNIPA, 48–53.

Cloern, J. E. (1996). Phytoplankton bloom dynamics in coastal ecosystems: A review with some general lessons from sustained investigation of San Francisco Bay, California. *Reviews of*

Geophysics, 34(2), 127–168.
<https://doi.org/10.1029/96RG00986>

Cunningham, E., Kleisner, K., Parks, B., Palma, S., Amoros, S., y Burden, M. (2020). Toward climate-resilient fisheries in the Humboldt Current. *Environmental Defense Fund – Oceans Program*.

De Mendiola, B. R. (1981). Phytoplankton of the Peruvian coastal upwelling system. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 5(2), 1–45.

Doering, K., Mazumder, A., y Griffiths, B. (2016). Changes in diatom productivity and upwelling intensity off Peru. *Paleoceanography*.

Estrella, C., Guevara, R., Palacios, J., Ávila, W., y Medina, A. (1999). Fishing areas of the artisanal fleet in the northern zone of Peru (3.4° S to 6.5° S), 1996–1999. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 150, 108.
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1786>

Falkowski, P. G., & Raven, J. A. (2007). *Aquatic photosynthesis* (2nd ed.). Princeton University Press.

Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., y Falkowski, P. G. (1998). Primary production of the biosphere: Integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281(5374), 237–240.
<https://doi.org/10.1126/science.281.5374.237>

Galicia, M., Pérez, A., y Olivos, A. (2022). Estudios marinos y pesqueros en el Pacífico mexicano. *Univ. de Colima*.

<https://doi.org/10.53897/LI.2022.0006>.
UCOL

environment. *Oceanologica Acta*, 1(4), 493–509.

Gobierno del Perú. (2024, abril 26). Decreto Supremo N.º 003-2024-MINAM que crea la Reserva Nacional Mar Tropical de Grau. Ministerio del Ambiente. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/944896>

Ministerio del Ambiente. (2016). Reserva Nacional Mar Tropical de Grau. Lima, Perú: MINAM. Recuperado de <https://www.gob.pe/minam>

Grados, C., Colas, F., McWilliams, J. C., y Penven, P. (2014). Intraseasonal variability of nearshore productivity in the Northern Humboldt Current System: The role of coastal trapped waves. *Continental Shelf Research*, 73, 14–30. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2013.11.015>

Ochoa, N., Gómez, O., y Tarazona, J. (2010). Cambios en la estructura del fitoplancton asociados a eventos El Niño en el sistema de afloramiento peruano. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 45–56.

Jacob, B. G., Astudillo, O., Dewitte, B., Valladares, M., Alvarez Vergara, G., Medel, C., Crawford, D. W., Uribe, E., & Yanicelli, B. (2024). Abundance and diversity of diatoms and dinoflagellates in an embayment off Central Chile (30°S): Evidence of an optimal environmental window driven by low and high frequency winds. *Frontiers in Marine Science*, 11, Article 1434007. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1434007>

Paul, A. J., Bach, L. T., Arístegui, J., von der Esch, E., Hernández-Hernández, N., Piiparinen, J., Ramajo, L., Spilling, K., & Riebesell, U. (2022). Upwelled plankton community modulates surface bloom succession and nutrient availability in a natural plankton assemblage. *Biogeosciences*, 19, 5911–5926. <https://doi.org/10.5194/bg-19-5911-2022>

Litchman, E., Edwards, K. F., Klausmeier, C. A., y Thomas, M. K. (2015). Phytoplankton niches, traits and eco-evolutionary responses to global environmental change. *Marine Ecology Progress Series*, 470, 235–248. <https://doi.org/10.3354/meps09912>

Pietri, A., Colas, F., Mogollón, R., Tam, J., y Gutiérrez, D. (2021). Marine heatwaves in the Humboldt current system: From 5-day localized warming to year-long El Niños. *Scientific Reports*, 11(1), 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4>

Margalef, R. (1978). Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable

Ramos, J. E., Tam, J., Aramayo, V., Briceño, F. A., Bandin, R., Buitron, B., Cuba, A., Fernandez, E., Flores-Valiente, J., Gomez, E., Jara, H. J., Ñiquen, M., Rujel, J., Salazar, C. M., Sanjinez, M., León, R. I., Nelson, M., Gutiérrez, D., & Pecl, G. T. (2022). Climate vulnerability assessment of key fishery resources in the Northern Humboldt

Current System. Scientific Reports, 12, Article 4800.
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-08818-5>

Callao, Perú: Juan Carlos López Hidalgo. <https://cedier.org.pe/>

Reynolds, C. S. (2006). The ecology of phytoplankton. Cambridge University Press.

Riascos, J. M., Carstensen, D., Laudien, J., Oliva, M., y Arntz, W. E. (2017). El Niño and La Niña effects on the coastal marine ecosystem of northern Peru and southern Ecuador. Journal of Marine Systems, 172, 49–59.
<https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2017.03.001>

Smayda, T. J. (1997). Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. Limnology and Oceanography, 42(5), 1137–1153.
https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.5_part_2.1137

Smayda, T. J., & Reynolds, C. S. (2001). Community assembly in marine phytoplankton: Application of recent models to harmful algal blooms. Journal of Plankton Research, 23(5), 447–461.
<https://doi.org/10.1093/plankt/23.5.447>

Taylor, M. H., Tam, J., Blaskovic, V., Argüelles, J., Díaz, E., Purca, S., y Ochoa, N. (2008). Trophic modelling of the Peruvian upwelling ecosystem. Ecological Modelling.

Yovera, F. P., López, J. C., Rivera, H., y Bárcena, V. R. (Eds.). (2020). Marine microalgae of the northern coast of Peru (1st ed.).

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Nacional de Piura por el apoyo con laboratorios y equipos para análisis de muestras y a los pescadores por su apoyo en la toma de muestras.

Rol de los autores

JM y EN: Conceptualización, Metodología; Análisis formal, Redacción: revisión y edición. HR y JL: Conceptualización, Supervisión y Redacción: revisión y edición.

Aspectos éticos

Los autores declaran que todos contribuyeron significativamente al desarrollo de la investigación y aprueban la versión final del manuscrito para su publicación. Asimismo, manifiestan que no existe conflicto de intereses y que la investigación se realizó conforme a las normas éticas y legales vigentes.

Efecto del extracto alcohólico foliar de *Moringa oleifera* “moringa” Lam., 1873, sobre el crecimiento de *Caesalpinia spinosa* “tara” Kuntze, 1898.

Effect of the alcoholic foliar extract of *Moringa oleifera* “moringa” lam, 1873, on the growth of *Caesalpinia spinosa* “tara” kuntze, 1898.

 Rosario Ramos¹ *

 Jaime Fernández¹

1. Escuela profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura, Perú.

* Autor de correspondencia: rosario_19_07@hotmail.com

Recibido: junio 20, 2026; Aceptado: julio 06, 2026; Publicado: agosto 17, 2026.

Resumen

Se determinó el efecto del extracto alcohólico foliar de *Moringa oleifera* “moringa” Lam, 1873, sobre el crecimiento de *Caesalpinia spinosa* “tara” Kuntze, 1898, en condiciones de vivero, mediante un diseño completamente al azar; se sometieron las unidades experimentales a tres tratamientos con dosis de extracto al 0,5 % (T1); 2,5 % (T2) y 5 % (T3), un control positivo (hormonal al 0,5 %) y un control negativo (agua) y 60 réplicas por cada tratamiento. Las variables evaluadas fueron longitud, diámetro al cuello de los plantines y peso fresco y seco de la raíz. Se encontró que T3 consiguió los mayores crecimientos en longitud para plantines con un promedio de 40,77 cm, 6,7 mm en diámetro al cuello, 2,6267 g en peso fresco y 0,7956 g para peso seco; por lo tanto, los resultados demuestran que el extracto alcohólico foliar de *M. oleifera* a una dosis óptima incrementa el crecimiento de *C. spinosa* en condiciones de vivero.

Palabras clave: Fitohormonas, bioestimulantes, vivero, crecimiento, Diseño completamente aleatorizado.

Abstract

The effect of the alcoholic leaf extract of *Moringa oleifera* “moringa” Lam, 1873 on the growth of *Caesalpinia spinosa* “tara” Kuntze, 1898 under nursery conditions, using a completely randomized design. Experimental units were subjected to three treatments with extract doses of 0,5 % (T1), 2,5 % (T2), and 5 % (T3), a positive control (0,5 % hormonal), and a negative control (water), with 60 replicates per treatment. The variables evaluated were seedling length, root collar diameter, and fresh and dry root weight. Treatment 1 resulted in the greatest seedling length, averaging 40,77 cm, a root collar diameter of 6,7 mm, a fresh weight of 2,6267 g, and a dry weight of 0,7956 g. Therefore, the results demonstrate that the alcoholic foliar extract of *M. oleifera* at an optimal dose increases the growth of *C. spinosa* under nursery conditions.

Keywords: Phytohormones, biostimulants, vivarium, growth, Completely random design.

Introducción

Caesalpinia spinosa (tara o taya) es una especie forestal de climas secos originaria de la región andina del Perú, que crece de manera silvestre o cultivada en varios países de la región sudamericana, muy empleada por las culturas preincas e inca en la fabricación de tintes, curtido de pieles, así como por sus propiedades medicinales, que tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de taninos y gomas, pero que se adapta a distintos ámbitos y suelos de la costa peruana (Aldas et al., 2021; Asociación Pro Desarrollo Agroindustrial-Camana [APAIC], 2015; Villanueva, 2007).

La Tara tiene un crecimiento lento en vivero y se desarrollan de acuerdo a la temperatura de cada zona; a 800 msnm se obtienen plantas de 25 a 30 cm de altura consideradas como aptas para su trasplante a campo, entre los cinco y seis meses, mientras que, a los 2 800 msnm, que es el límite de altitud para el buen desarrollo de la tara, alcanzan el tamaño adecuado para su plantación entre los nueve y diez meses (Lapa, 2004). Asimismo, Perú aparece como el primer productor mundial de tara, con 17 mil hectáreas cultivadas, produciendo 40 mil toneladas al año, lo que representa más del 90 % del volumen mundial, exportándola en presentaciones en polvo y goma (Barriga, 2018).

Por otro lado, el crecimiento es un aumento irreversible en las dimensiones de la planta; para determinarlo pueden medirse los cambios en volumen o limitarse a variables relacionadas, como la acumulación de peso, las variaciones en altura o diámetro, o los cambios en el área foliar; en condiciones de turgencia plena, el peso fresco o húmedo es un buen estimador del volumen, puesto que las variaciones en el peso específico de los tejidos vegetales son bajas, ya que el agua

es el principal componente en casi todos los órganos y tejidos de la planta (Di Benedetto y Tognetti, 2016).

Además, *Moringa oleifera* es un árbol nativo de las estribaciones meridionales del Himalaya que actualmente se cultiva en todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo (Foild et al., 2001); sus hojas contienen cantidades importantes de β -caroteno, proteína, vitamina C, calcio, potasio y compuestos antioxidantes del tipo ácido ascórbico, flavonoides, fenólicos y carotenoides; además, son fuente de zeatina (Fugile, 2001; Siddhuraju y Becker, 2003). Por ello, a los extractos acuosos y etanólicos de hojas de moringa se les atribuye actividad bioestimulante, por contener aminoácidos, iones minerales, ascorbato y fitohormonas; igualmente, la presencia de fitoquímicos como cumarinas, flavonoides, terpenoides, carotenoides, taninos y compuestos fenólicos en los extractos de estas hojas, les confiere actividad contra patógenos de interés agrícola (Gómez, 2019).

En cambio, *C. spinosa* tiene crecimiento juvenil muy lento; por ejemplo, en Cajamarca, Perú se registró un crecimiento de 7 cm al primer año, limitando su uso en programas de reforestación (Reynel y Marcelo, 2009); se asevera que la tara alcanza una altura de 5 a 15 cm al año en su fase juvenil (Dostert et al., 2013); en el departamento de Ica, Perú se logró una altura promedio de 2,20 m (Rafo, 2012).

En consecuencia, por el lento crecimiento natural que tiene *C. spinosa* y el alto costo de fertilizantes agrícolas disponibles, se justifica como una alternativa orgánica el uso del extracto alcohólico foliar de moringa sobre la tara porque podría acortar el tiempo de su estancia en vivero, proporcionándole un crecimiento acelerado, vigorizando y estimulando la raíz para un mejor

anclaje y absorción de nutrientes, y aliviando el estrés biótico y abiótico, para lograr mejores condiciones a su salida al campo. Por ello, el objetivo fue determinar el efecto del extracto alcohólico foliar de *Moringa oleifera* “moringa” Lam, 1873, sobre el crecimiento de *Caesalpinia spinosa* “tara” Kuntze, 1898, en condiciones de vivero.

Materiales y metodos

Se utilizaron 300 plantines de 10 días de edad, con los primeros brotes de *Caesalpinia spinosa*, en el vivero del Fundo Progreso, Piura, Perú. Así, para la obtención del extracto se seleccionaron árboles de *Moringa oleifera*, de un año de edad, que medían entre 2,0 y 2,5 m de altura; de ellos, se obtuvo un total de 2 847 g de folíolos; estos fueron lavados con agua y secados en una estufa a 60 °C durante 72 h; posteriormente, la masa seca fue triturada en una licuadora hasta llegar a polvo. Se utilizaron 685 g de polvo de moringa para 20 550 ml de alcohol al 95% como solvente, en una proporción 1:30 m/v, y se llevó a agitación magnética de 500 rpm por tres horas en un recipiente cerrado (Linares et al., 2018).

El extracto obtenido se filtró en un sistema al vacío con un filtro de membrana Whatman 1. Así, se logró 19 200 ml de extracto, al que se añadió el 10 % de agua destilada; finalmente, se destiló a 60 °C y se obtuvo 1 920 ml de extracto; para su conservación se usaron envases de vidrio color ámbar. Llegado el momento de su uso, a partir del extracto obtenido se realizaron diluciones en una mochila pulverizadora con capacidad de 20 litros; se prepararon dosis al 0,5 %, 2,5 % y 5 %.

Luego, se desarrolló un diseño experimental

completamente al azar (DCA), con tres tratamientos, cada uno con 60 réplicas. Fueron tres dosis del extracto foliar de moringa al 0,5 %, 2,5 % y 5 %, un control positivo (hormonal al 0,5 %, compuesto por citoquininas y auxinas) y un control negativo (agua). Mediante una mochila de aspersión se aplicaron los tratamientos a plantines de *C. spinosa* cada 15 días por un periodo de 121 días.

El riego en el vivero fue tres veces por semana, por inundación. Cada unidad experimental se marcó y codificó con el tratamiento y la réplica correspondientes; el código se pintó sobre la bolsa de cada planta a evaluar. Asimismo, se indicó el tallo próximo al cuello que sirvió como referencia y posteriormente se evaluó la altura de la planta. La altura se midió con una regla metálica graduada en centímetros; para ello se ubicó el inicio de la regla sobre la marca inicial y se extendió el eje principal de la plántula sobre la regla hasta ubicar sobre esta el meristemo apical; la longitud entre la marca y el ápice estableció la altura de la plántula. El diámetro del tallo de la plántula se midió con un vernier caliper 150 x 0,05 mm, sobre la señal pintada en la base del mismo.

La biomasa fresca de la raíz se obtuvo al cortar el vástago de esta; se lavaron minuciosamente las raíces, con un colador para no perderlas; de esta manera se eliminó el sustrato y se pesó en una balanza de precisión aeADAM Max. La biomasa seca se obtuvo después de deshidratarla en una estufa de secado a 70 °C por 48 h, para posteriormente pesarla (Castro, 2015). Con los resultados obtenidos se aperturó una base de datos en Microsoft Office Excel®; luego se utilizó el programa estadístico Statistix 9 para realizar el análisis respectivo de Anova y prueba de Tukey.

Resultados

Transcurridos 121 días de los tratamientos con extracto foliar alcohólico de moringa se observaron los promedios de las alturas de las plantas, resultando mayor el correspondiente al tratamiento III (Tabla 1). Según ANOVA, en la variable altura de planta existieron diferencias significativas (valor- $p < 0,05$) en las longitudes según los tratamientos; mediante la prueba de Tukey se demuestra que los resultados de los tratamientos fueron estadísticamente distintos de los controles, y las administraciones II y III diferentes de I, siendo el tratamiento III el de mayor tasa de crecimiento porcentual.

Tabla 1. Promedios de altura de plantas de *Caesalpinia spinosa*.

	Dosis	Medida final (cm)
Tratamientos	I (0,5 %)	37,60
	II (2,5 %)	39,47
	III (5 %)	40,77*
Control positivo	Hormonal 0,5 %	35,51
Control negativo	Agua	31,02

(*) Es el promedio más alto.

Acerca del extracto de moringa sobre el diámetro del tallo de la planta, los valores finales señalaron que el mayor correspondió al tratamiento II (tabla 2), con prueba ANOVA (valor $p < 0,05$), lo que indica diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de diámetro según los tratamientos; la prueba de Tukey señaló que los distintos fueron los tratamientos II y III.

Tabla 2. Promedio del diámetro de *Caesalpinia spinosa* después de los tratamientos.

	Dosis	Medida final (cm)
Tratamientos	I (0,5 %)	6,0
	II (2,5 %)	6,7
	III (5 %)	6,5
Control Positivo	Hormonal 0,5 %	5,1
Control Negativo	Agua	5,4

En relación al efecto del extracto de moringa sobre los pesos fresco y seco de las radículas, el mayor promedio se observó con el tratamiento III (tabla 3). Según ANOVA, en los experimentos tanto para peso seco como fresco existió diferencias significativas ($p < 0,05$); con la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos II y III produjeron mejores resultados.

Tabla 3. Promedio de pesos fresco y seco de raíz en *Caesalpinia spinosa* después de los tratamientos correspondientes.

	Dosis	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
Tratamientos	I (0,5 %)	1,4	0,3
	II (2,5 %)	2,2	0,6
	III (5 %)	2,6	0,7
Control positivo	Hormonal 0,5 %	1,1	0,2
Control negativo	Agua	0,8	0,1

Asimismo, con la prueba de Kolmogorov - Smirnov se comprobó que el conjunto de datos se ajusta a una distribución normal ($p > 0,05$). Se concluye que el extracto alcohólico foliar de *Moringa oleifera* aumentó el crecimiento de *Caesalpinia spinosa* frente al control negativo, en condiciones de vivero.

Discusión

Se afirma que las hojas de moringa son ricas en muchos componentes útiles para promover el crecimiento de la mayoría de las plantas y cuando se aplica el extracto de hojas de moringa en una dosis óptima, aumenta el crecimiento, mejora la calidad y rendimiento de la producción en las plantas así tratadas (Basra et al., 2011), semejante a lo que observamos cuando usamos el extracto alcohólico foliar de moringa sobre el crecimiento de *C. spinosa*, en condiciones de vivero.

Se sabe que las hojas de *M. oleifera* son particularmente ricas en zeatina; sus extractos estimulan la formación de la raíz principal y raíces laterales, incitando el crecimiento y desarrollo de distintos cultivos; en los extractos etanólicos de hojas de moringa se obtiene citoquininas que incentivan el crecimiento, resistencia a enfermedades y defensa a plagas de distintas plantas; se ha utilizado extractos de hojas frescas de *M. oleifera* como alternativa al uso de hormona de crecimiento en distintos vegetales (Foild et al., 2001; Ortiz, Suárez y Chávez, 2017), tal como se observó en las plantas de tara del experimento.

Se encontró que, a la aplicación del extracto foliar de moringa a una dosis de 3%, plantas de pimiento crecieron de buena manera, dejando márgenes de producción y rentabilidad (Romero, 2015); en el presente caso, *C. spinosa* aumentó en longitud y diámetro en las plántulas, además de un buen enraizamiento, ya que respondió favorablemente a una dosis de 5 %. Además, se sabe que el extracto foliar de *M. oleifera* estimuló la formación de la raíz principal y raíces laterales en *Arabidopsis thaliana* (Ortiz et al., 2017), similar a lo encontrado con *C. spinosa*, pues se determinó que el tratamiento III logró 31 % de materia seca de raíz, siendo el mayor con respecto a los demás tratamientos.

Se indicó que *C. spinosa* tienen un crecimiento lento en vivero; a 800 msnm se obtienen plantas entre 25 a 30 cm de altura después de cinco a seis meses, y que, a los 2 800 msnm, en un periodo de nueve a diez meses alcanzan el tamaño adecuado para su plantación (Lapa, 2004); en Bangladesh se encontró que el extracto de moringa aumentó significativamente los parámetros de crecimiento y rendimientos en los frutos de maíz (Biswas et al., 2016); todo lo anterior confirma lo obtenido con tara, con la aplicación de extracto alcohólico foliar de *M. oleifera*, a 68 msnm, pues se obtuvieron plantines entre 37,60 a 40,77 cm de altura en el lapso de cuatro meses, medidas aptas para que sean llevados a campo; es decir, se obtuvo individuos con una altura favorable y un buen sistema radicular para su adaptación en condiciones de cultivo.

La respuesta del crecimiento de las raíces se encuentra mediado por fitorreguladores, principalmente las citoquininas (CK) y auxinas (AIA) (Ortiz, 2017); las citoquininas y auxinas tienen un papel importante en el crecimiento de la raíz primaria y raíces laterales; este sinergismo auxinas/citoquininas se ha evidenciado en regeneración de órganos en cultivo de tejidos (López et al., 2003); observamos el crecimiento radicular aumentado de *C. spinosa* con los tratamientos de 2,5 % y 5 % de extracto foliar de moringa, asociado al contenido de zeatina, una citoquinina; lo que explicaría el crecimiento radicular significativamente aumentado en plantas de *C. spinosa* adicionadas con extracto foliar de *M. oleifera*.

Se determinó que a concentraciones de 11 %, 20 %, 33 % y 50 % de extracto etanólico de *M. oleifera* incrementaron el crecimiento y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*), concluyendo que el extracto de moringa puede ser utilizado como potenciador del crecimiento y

rendimiento de frijol, concluyendo que el extracto de moringa puede ser utilizado como potenciador del crecimiento natural, ya que posee una fuente de fitohormonas responsables del desarrollo de las plantas (Emongor, 2014); en el presente caso se observó mayor crecimiento en plantas de *C. spinosa* a una dosis de 5% con extracto de moringa, obteniendo buenos porcentajes de crecimiento y desarrollo radicular de las plantas.

En semillas de maíz (*Zea mays*) híbrido utilizando el extracto de moringa diluido a 10 y 30 veces en agua, comparándola con el control, con el extracto a 1:30 se logró emergencia y el mejor crecimiento de plántulas (Basra et al., 2011), en tanto que, con dosis de 0,5 %, 2,5 % y 5 % aplicada por aspersión a plantines de *C. spinosa* cada 15 días durante cuatro meses, se consiguió crecimiento favorable en longitud, diámetro y raíz en las plantas.

Es decir, el extracto foliar alcohólico en la dosis del 5 % de moringa tuvo efecto positivo sobre el crecimiento del tamaño y del sistema radicular de tara, resultado prometedor para los esfuerzos de la agricultura de tara.

Los resultados demuestran que la aplicación del extracto foliar alcohólico de *Moringa oleifera* ejerce un efecto bioestimulante significativo sobre el crecimiento de *Caesalpinia spinosa* en condiciones de vivero. En conjunto, estos hallazgos permiten concluir que el extracto alcohólico foliar de *M. oleifera* constituye una alternativa eficaz para estimular el crecimiento vegetativo inicial de *C. spinosa*, superando incluso al control hormonal en varias de las variables analizadas.

Conclusiones

Se determinó que el extracto alcohólico foliar de *Moringa oleifera* “moringa” tuvo efecto positivo sobre el crecimiento de *Caesalpinia spinosa*, “tara”, en condiciones de vivero.

La dosis del extracto alcohólico foliar de *M. oleifera* “moringa” que tuvo mejor desempeño en el incremento en longitud y diámetro de *C. spinosa* “tara” en condiciones de vivero fue de 5 %.

La dosis del extracto alcohólico foliar de *M. oleifera* “moringa” que incrementó el sistema radicular de *C. spinosa* “tara” en condiciones de vivero fue de 5%.

Literatura Citada

- Aldas, A. ; Vander Vooren, T.; Rijnaarts, H. y Sutton, N. (2021). Biostimulation is a valuable tool to assess pesticide biodegradation capacity of groundwater microorganisms. *Chemosphere*. 280 (octubre). 130793.
- Asociación Pro Desarrollo Agroindustrial-Camaná. (2015). Lineamientos para el manejo de plantaciones de tara (*Caesalpinia spinosa*) para la rehabilitación de las tierras erizas del trópico subhúmedo de la región de la costa del Perú. [Informe técnico]. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT).
- Barriga, C. (2018). Perú produce más del 90% de la tara a nivel mundial. Agencia agraria de noticias: <https://agraria.pe/noticias/peru-produce-mas-del-90-dela-tara-a-nivel-mundial-16304> l.
- ikhar, M., y Afzal, I. (2011). Potential of Basra, S., IftMoringa (*Moringa oleifera*) Leaf Extract as Priming Agent for Hybrid Maize Seeds . *Revista Internacional de Agricultura y Biología*.

https://www.researchgate.net/publication/265813334_Potential_of_Moringa_Moringa_oleifera_Leaf_Extract_as_Priming_Agent_for_Hybrid_Maize_Seeds

Biswas, A., Hoque, T., y Abedin, M. (17 de agosto de 2016). Efectos del extracto de hoja de moringa en el crecimiento y rendimiento del maíz. *Agricultura Progresista*. doi: 10.3329/pa.v27i2.29322

Castro, P. (2015). Análisis de crecimiento y acumulación de biomasa en tomillo (*Thymus vulgaris* L.) (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Di Benedetto A., y Toggetti, J. (7 de diciembre de 2016). Revisiones RIA Trabajos de prensa. http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/revisiones/di-benedetto-castellano-4_1.pdf

Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., La Torre, M., y Weigend, M. (2009). Desarrollo de monografías botánicas (factsheets) para cinco cultivos peruanos Hojas Botánicas: Tara – *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de http://www.botconsult.com/downloads/Tara_factsheet_final.pdf

Emongor, V. (2014). Effects of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Extract on Growth, Yield and Yield Components of Snap Beans (*Phaseolus vulgaris*). Gaborone, Botsuana.: *British Journal of Applied Science & Technology*.

Foild, N., Makkar, H., y Becker, K. (2001). The potencial of Moringa oleifera for agricultural and indutrial uses. Managua, Nicaragua.

Fugile, L. (2001). Combating malnutrition with Moringa. The miracle tree: the multiple attributes of Moringa. Wageningen, the

(2Netherlands.: CTA Publication. <http://www.sciepub.com/reference/257865>

Gómez, L. P. (2019). Efecto del extracto acuoso foliar de moringa en la fase inicial de aclimatización de piña. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193261173010/html/>

Kumar, V., Rubha, M., Manivasagan, M., Babu, R., y Balaji, P. (2012). Moringa oleifera - The Nature's Gift Abstract. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 2:203–209. <https://www.environmentaljournal.org/2-4/ujert-2-4-2.pdf>

Lapa, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa*-*Caesalpinia tinctoria*. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/733/584>

Linares, C., Quiñones, J., Terylene, A., Carvajal, C., Rivas, M., Cid, G. y Capdesuñer, Y. (2018). Obtención de extractos fenólicos foliares de *Moringa oleifera* Lam mediante el uso de diferentes métodos de extracción. Cuba: *Biotecnología Vegetal*.

López, J., Cruz, A., y Herrera, L. (2003). The role of nutrient availability in regulating root architecture. *Curr. Opin. Plant Biol.*

Ortiz, L., Suárez, J., y Chaves, G. (2017). Respuesta en el desarrollo radicular de *Arabidopsis thaliana* al extracto foliar de *Moringa oleifera*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 193-199. doi:10.17584/rcch.2017v11i1.6131

Rafo, C. (2012). Cultivo de Tara. You tube. De <https://www.youtube.com/watchv=BZIM3RN6DEU>

Reynel, C., y Marcelo, J. (2009). Árboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Manual de

Manual de identificación de especies.
Serie Investigación y Sistematización.
Lima: Programa Regional Ecobona –
Intercooperation.

Aspectos éticos

Los autores declaran que todos contribuyeron significativamente al desarrollo de la investigación y aprueban la versión final del manuscrito para su publicación. Asimismo, manifiestan que no existe conflicto de intereses y que la investigación se realizó conforme a las normas éticas y legales vigentes.

Romero, O. (2015) Uso de Moringa como Bioestimulante Foliar en Pimiento (*Capsicum annuum* L. Germoplasma Local en Palmales, Arenillas. Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1185/7/CD345_TESIS.pdf

Di Benedetto A., y Tognetti, J. (7 de diciembre de 2016). Revisiones RIA Trabajos de prensa. Recuperado de http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/revisiones/di-benedetto-castellano-4_1.pdf

Siddhuraju, P., y Becker, K. (9 de abril de 2003). National center for Biotechnology Information. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1267014>

Villanueva, C.(2007). La Tara El Oro Verde de los Incas. Quito-Ecuador: Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <http://www.asocam.org/node/52552>

Agradecimientos

Al Fundo Progreso, Carretera Piura – Chulucanas, km 242, por permitirnos utilizar sus instalaciones para el desarrollo de la investigación.

Rol de los autores

RR-S: Conceptualización, Metodología; Análisis formal, Redacción: revisión y edición. JF-P: Conceptualización, Supervisión y Redacción: revisión y edición.