

Influence of Aquariums on the Market Today: Marine Fish Native to Costa Rica

Jann Luca Gisep Araya¹ , Raúl Javier Chang-Tam^{1,3} 

¹Faculty of Biological Sciences, Universidad Latina de Costa Rica, Costa Rica.

jann.gisep@ulatina.net

^{1,3}Faculty of Economics and Administrative Sciences, Universidad Latina de Costa Rica, Costa Rica

raul.chang@ulatina.net

Abstract – The exploitation of marine resources for the ornamental fish trade in Costa Rica has raised concerns related to overfishing, the invasion of exotic species, and habitat degradation. This study aims to characterize and analyze native ornamental fish species, highlighting their ecological and economic importance while evaluating the sustainability of their extraction and commercialization. Through a quantitative approach and data analysis from 2019 to 2021, the study identifies the traded species, revealing that many are classified as Least Concern (LC) by the IUCN, although one species, *Batrachoides boulengeri*, is listed as Vulnerable (VU). The research uncovers a lack of a robust monitoring system that limits the understanding of species diversity and their commercial dynamics. Inadequate regulation may lead to habitat degradation and decreased marine biodiversity. It is concluded that implementing fisheries management policies that incorporate sustainable extraction practices and a regulatory framework involving fishing licenses and quotas is essential. Furthermore, there is a need to promote continuous research and monitoring of ornamental fish populations to ensure that commercial practices do not jeopardize biodiversity. This approach will not only benefit the target species but also contribute to the overall health of marine ecosystems in Costa Rica.

Keywords: Ornamental fish, sustainability, biodiversity, overfishing, marine conservation.

Influencia de la acuariofilia en el mercado actual: Peces marinos nativos de Costa Rica

Jann Luca Gisep Araya¹ , Raúl Javier Chang-Tam^{1,3} 

¹Faculty of Biological Sciences, Universidad Latina de Costa Rica, Costa Rica.

jann.gisep@ulatina.net

^{1,3}Faculty of Economics and Administrative Sciences, Universidad Latina de Costa Rica, Costa Rica

raul.chang@ulatina.net

Abstract – La explotación de recursos marinos para el comercio de peces ornamentales en Costa Rica ha suscitado preocupaciones debido a la sobrepesca, la invasión de especies exóticas y la degradación de hábitats. Este estudio tiene como objetivo caracterizar y analizar las especies nativas de peces ornamentales, subrayando su relevancia ecológica y económica, y evaluar la sostenibilidad de su extracción y comercialización. A través de un enfoque cuantitativo y análisis de datos del periodo 2019-2021, se identificaron las especies comerciales, destacando que muchas se clasifican como de Preocupación Menor (LC) por la UICN, aunque se detectó una especie, *Batrachoides Boulengeri*, catalogada como Vulnerable (VU). La investigación revela la carencia de un sistema de monitoreo robusto que limita la comprensión de la diversidad de especies y sus dinámicas comerciales. La falta de regulación adecuada puede conducir a la degradación de hábitats y a la reducción de la biodiversidad marina. Se concluye que es esencial implementar políticas de manejo pesquero que incluyan prácticas de extracción sostenibles y un marco regulatorio. Además, se destaca la necesidad de fomentar la investigación continua y el monitoreo de poblaciones de peces ornamentales para asegurar que las prácticas comerciales no comprometan la biodiversidad. Este enfoque no solo beneficiará a las especies objetivo, sino que también contribuirá a la salud general de los ecosistemas marinos en Costa Rica.

Keyword - Peces ornamentales, sostenibilidad, biodiversidad, sobrepesca, conservación marina.

I. INTRODUCCIÓN

El mercado de la acuariofilia ha experimentado un crecimiento notable en las últimas décadas, que no solo refleja la belleza y diversidad de los peces marinos, sino que también plantea importantes desafíos en términos de sostenibilidad y conservación. Se estima que a nivel global, más del 60% de los peces ornamentales provienen de naciones en desarrollo[1]. Costa Rica, con su rica biodiversidad marina, se presenta como un mercado potencialmente atractivo para la comercialización de peces ornamentales. No obstante, la falta de información detallada sobre las especies nativas de peces ornamentales marinos y sus dinámicas comerciales plantea desafíos significativos para su gestión sostenible. Esta carencia de datos dificulta la identificación de posibles impactos negativos en las poblaciones naturales y en la economía local, limitando la capacidad de implementar medidas de conservación y regulación efectivas.

La explotación de los recursos marinos para el comercio de peces ornamentales en Costa Rica ha generado preocupaciones ya que actualmente existen diversos problemas asociados a este comercio como la sobre pesca, la invasión de especies exóticas y la degradación de los hábitats naturales[2] y [3]. En este contexto, es crucial abordar la necesidad de prácticas de pesca responsables y la implementación de políticas que protejan la biodiversidad nativa[4].

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar y analizar las especies de peces ornamentales marinos nativos de Costa Rica, destacando su importancia ecológica, económica y comercial. Además, busca evaluar su sostenibilidad y proponer recomendaciones para una gestión más eficiente y responsable. La importancia de comprender el mercado de especies ornamentales de la acuariofilia en Costa Rica radica en la necesidad de promover un comercio acuícola sostenible, que garantice

la conservación de las especies nativas y el desarrollo económico del país[5]. Por consiguiente, resulta de crucial importancia identificar las especies que están comercializando con mayor medida y que áreas marítimas son utilizadas para la distribución de peces ornamentales en diferentes períodos de tiempo. En este contexto, surge la necesidad de establecer los siguientes propósitos de investigación:

- 1) Describir la importancia comercial de las especies de peces ornamentales marinos nativos en el mercado nacional de Costa Rica.
- 2) Evaluar la sostenibilidad de la extracción y comercialización de las especies ornamentales marinas en Costa Rica, así como sus posibles impactos en la biodiversidad local

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los arrecifes de coral son considerados los ecosistemas marinos más diversos y productivos, no solo por la amplia variedad de especies que los habitan, sino también por los numerosos servicios ecosistémicos que brindan, tales como la protección costera, la regulación del clima y el soporte a la cadena alimentaria marina. Estos ecosistemas constituyen el hábitat fundamental para los organismos marinos ornamentales, lo que los expone a las presiones derivadas de la actividad pesquera, incluyendo la sobreexplotación y la degradación del hábitat, lo que puede tener consecuencias significativas para la biodiversidad y la salud de los ecosistemas marinos.

El primer efecto significativo de la extracción de peces ornamentales en Costa Rica es observado es la disminución de ciertas poblaciones de peces, atribuida a la extracción continua de estas especies. Investigaciones pasadas realizadas por McCauley sobre los impactos de la industria de peces ornamentales en Costa Rica[6], específicamente en la población de *Thalassoma lucasanum*, indican que la presión pesquera de peces ornamentales ha sido un factor determinante en la variabilidad observada en la densidad de esta especie, así como en las medidas de longitud de sus individuos. En consecuencia, se concluye que la presión de pesca en esta área de Costa Rica está afectando tanto la abundancia como el tamaño de *T. lucasanum*.

En el contexto de la acuariofilia en Costa Rica, la investigación desempeña un papel esencial para comprender la cadena productiva de peces ornamentales y temas relacionados. Referencias nacionales e internacionales, como el estudio de Sinha et al. han

destacado la importancia de abordar las preocupaciones sobre especies amenazadas y en peligro, en ese sentido, se resalta la importancia de la participación de gobiernos, la industria y los consumidores en el comercio de especies de arrecifes de coral para prevenir un mayor declive en la población de especies amenazadas, protegidas y en peligro[7].

Se destaca la falta de información sobre el comercio de peces ornamentales marinos y la necesidad de un sistema de seguimiento que recopile datos sobre el número de ejemplares, la diversidad de especies, su país de origen y la fuente, ya sea de captura silvestre, criaderos o cultivos[8]. Su análisis revela que hay poca claridad sobre la cantidad y diversidad de especies en el comercio, lo que es preocupante, especialmente para las 4,000 especies de peces de arrecifes de coral. Biondo en su investigación sobre el comercio de la acuariofilia en Europa propone una regulación más estricta y sugiere que el sistema de Control and Expert System (TRACES)[9] podría ser una herramienta útil para monitorear este comercio, con algunas modificaciones y la voluntad política adecuada[10].

El Informe técnico el estado de la acuariofilia en Costa Rica 2021-2022 presente en la página oficial de Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura menciona que, en Costa Rica, la comercialización de peces ornamentales se divide en dos procesos distintos: la exportación y la venta local. La exportación proviene de empresas con criaderos de peces continentales y extracciones realizadas en ecosistemas marinos naturales con licencias otorgadas a pescadores locales en el golfo de Papagayo; en el caso de los peces continentales no existen licencias, sin embargo, todavía existen vacíos de información sobre dicho proceso. La comercialización local, por otro lado, se nutre de la producción nacional y la importación, abasteciendo acuarios, tiendas de mascotas y mercados, que luego distribuyen las especies a los consumidores finales[11].

El Plan de Ordenamiento Pesquero y Acuícola del Área Marina de Pesca Responsable Papagayo, informa un aumento en la extracción de peces ornamentales entre los años 2018 al 2020. A su vez Peña, en su investigación sobre la caracterización de las exportaciones e importaciones de peces ornamentales en Costa Rica identifica a Costa Rica como uno de los principales exportadores de peces ornamentales de los países centroamericanos, esto podría suponer un riesgo para la diversidad marina local, lo cual radica en la importancia

de generar datos concretos sobre las especies nativas extraídas en Costa Rica y su importancia comercial en el mercado nacional e internacional[12].

III. METODOLOGÍA.

3.1. Diseño del estudio.

La siguiente investigación fue de enfoque cuantitativo y de alcance explicativo. El ámbito geográfico del estudio se delimita al mercado de la acuariofilia nacional e internacional de peces nativos de Costa Rica. Las variables de estudio son los datos de extracción de peces nativos que se exportan desde Costa Rica en el periodo 2019 – 2021 y el nivel de importancia comercial de dichas especies en el mercado de la acuariofilia en Costa Rica[13]. La fuente de datos es secundaria proveniente del Plan de Ordenamiento Pesquero y Acuícola del Área Marina de Pesca Responsable Papagayo del cual se obtuvo una lista con las especies ornamentales marinas que se extraen con fines comerciales entre los periodos 2019 a 2021. Se utiliza el índice de comercialización de especies acuáticas ornamentales para Costa Rica realizado por el proyecto “Peces Ornamentales” del programa de ecología y desarrollo sostenible de la Universidad Latina. El conjunto de datos fue exportado a Excel para el análisis descriptivo y comparativo de las especies ornamentales marinas nativas de Costa Rica con el nivel de importancia presente en el mercado nacional y la relación con el precio y el aumento de las exportaciones de peces ornamentales.

3.2. Modelo empírico de estudio.

Para responder a la pregunta de investigación se plantearon las siguientes Hipótesis:

- H1:** Existen diferencias significativas entre la cantidad de peces extraídos en los diferentes años 2018-2019.
- H2:** El comportamiento de la extracción de peces ornamentales en Costa Rica durante el periodo de estudio ha sido creciente año a año.
- H3:** Existen especies de peces ornamentales nativos de Costa Rica que se extraen para el comercio de la acuariofilia que presentan problemas de conservación según la lista roja de especies amenazadas (IUCN).

IV. RESULTADOS.

4.1. Área de estudio

El presente estudio se centra en las zonas de pesca designadas para la extracción de especies marinas nativas de ornato mediante el buceo en Costa Rica con fines comerciales. Estas áreas están localizadas en las regiones costeras del noroeste del país, concretamente en la provincia de Guanacaste, que limita con el Océano Pacífico[14]. La extracción de estas especies ornamentales marinas ocurre a lo largo de diversos puntos costeros, abarcando las áreas silvestres costeras protegidas del Parque Nacional Santa Rosa, extendiéndose por las costas del Golfo de Papagayo, hasta los confines del Parque Nacional Marino Las Baulas[15].

Figura 1. Mapa de Costa Rica mostrando la ubicación de tres áreas de estudio: (A) Parque Nacional Santa Rosa, (B) Golfo de Papagayo y (C) Parque Nacional Marino las Baulas.

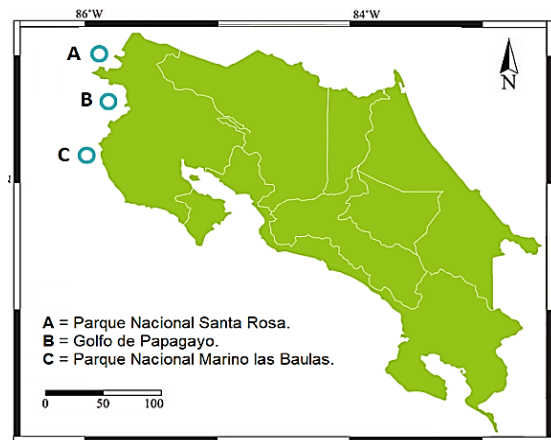


Figura 1. Mapa de Costa Rica mostrando la ubicación de tres áreas de estudio. **Fuente:** Parques Nacionales de Costa Rica

4.1. Análisis del estado de conservación de las especies comercializadas

El análisis de los peces nativos marinos extraídos revela una prevalencia de especies clasificadas como de Preocupación Menor (LC) según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (IUCN, 2024), lo que indica que, en general, estas especies no están actualmente en riesgo significativo de extinción. Sin embargo, es importante destacar la presencia de una especie llamada *Batrachoides boulengeri*, la cual se encuentra clasificada como Vulnerable (VU), lo que sugiere una necesidad urgente de monitoreo y conservación. Una proporción considerable de las especies evaluadas tiene poblaciones desconocidas, lo cual es una limitación importante del estudio ya que se

desconoce el estado de las poblaciones en la zona. Con respecto a los resultados se prosigue a validar el **H3** ya que el estado de conservación de una especie se encuentra clasificada como Vulnerable. La Tabla 1 muestra las especies de peces nativas de Costa Rica.

Especie	Estado de conservación	Población
<i>Arothron meleagris</i>	LC	Estable
<i>Thalassoma lucasanum</i>	LC	Estable
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	LC	Estable
<i>Gymnomuraena zebra</i>	LC	Desconocido
<i>Canthigaster punctatissima</i>	LC	Desconocido
<i>Bodianus diplotaenia</i>	LC	Estable
<i>Microspathodon dorsalis</i>	LC	Desconocido
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	LC	Estable
<i>Chaetodon humeralis</i>	LC	Estable
<i>Holacanthus passer</i>	LC	Estable
<i>Diodon holocanthus</i>	LC	Desconocido
<i>Batrachoides Boulengeri</i>	VU	Desconocido
<i>Dermatolepis dermatolepis</i>	LC	Desconocido
<i>Paranthias colonus</i>	LC	Estable
<i>Gobiosoma</i> sp	-	-
<i>Gymnothorax</i> sp	-	-

Tabla 1. Estado poblacional y conservación de especies de peces ornamentales marinos nativos de Costa Rica. **Fuente:** Elaboración propia

Específicamente, las especies identificadas como "sp" (especies no determinadas) representan una limitación significativa, ya que no se ha podido identificar la especie exacta. Esto puede tener varias implicaciones, como la dificultad para establecer estrategias de conservación específicas y la posible subestimación del impacto de la extracción en la especie en específico. La falta de identificación precisa también puede complicar la regulación y el monitoreo, impidiendo una gestión adecuada de los recursos marinos.

Establecer sistemas de certificación que garanticen que las prácticas de recolección de organismos marinos sean responsables y sostenibles es de suma importancia ya que esto no solo ayuda a conservar la biodiversidad, sino que también apoya los medios de vida de las comunidades costeras que dependen de estos recursos[16]. Por estos motivos se realizó una lista con las posibles especies no determinadas del género *Gobiosoma* y *Gymnothorax* que se puede encontrar en el océano pacífico de Costa Rica con el fin de identificar las posibles especies marinas nativas que se extraen en la zona norte del país con fines comerciales para la acuariofilia y sus estados de conservación (Anexo 1).

Solo en el género de morenas *Gymnothorax*, se encontraron diez especies presentes en las costas del pacífico norte de Costa Rica, todas clasificadas por la lista

roja de especies amenazadas como Preocupación Menor (LC), sin embargo, los estados poblacionales de todas las morenas son desconocidos. En el caso de los gobios del género *Gobiosoma* solo se encontraron cuatro posibles pacífico norte del país de las cuales dos se encontraban con Datos Insuficientes (DD) y una de ellas poseía un estado poblacional decreciente (*Gobiosoma nudum*) lo cual podría ser preocupante si el nivel de extracción de esta especie se está dando a gran escala[17].

4.2. Nivel de importancia y valor comerciales de las especies extraídas

El análisis de los niveles de importancia comercial y los precios de los peces ornamentales extraídos en la región del Golfo de Papagayo revela varias tendencias y consideraciones importantes para la gestión y conservación de estas especies. Los niveles de importancia comercial se establecen en función de la frecuencia con la que estas especies se mencionan y comercializan en el mercado[17]. Estos niveles ayudan a identificar cuáles especies tienen mayor demanda y, por lo tanto, podrían estar más sujetas a la sobreexplotación. Las especies clasificadas en el Nivel 3 son las más mencionadas y comercializadas, indicando una alta demanda en el mercado. *Holacanthus passer*, en particular, destaca no solo por su alta frecuencia de captura sino también por su mayor valor de mercado (¢4.000,00 por unidad).

Esta alta demanda puede llevar a una sobreexplotación si no se gestionan adecuadamente las actividades de extracción. Las políticas de manejo sostenible deben enfocarse en estas especies para asegurar su conservación a largo plazo[18]. Las especies en Nivel 1 tienen menor presencia en el mercado, lo que podría reflejar una menor demanda o abundancia en sus hábitats naturales. *Batrachoides Boulengeri*, aunque tiene un nivel de importancia comercial bajo, está clasificada como Vulnerable (VU), lo que sugiere la necesidad de medidas de conservación específicas para evitar su declive.

En el caso de los precios de mercado, los precios de estas especies varían significativamente, influenciado por factores como la demanda, la rareza y las características visuales atractivas. *Holacanthus passer* tiene el precio más alto (¢4.000,00 por unidad), lo que refleja su popularidad y alta demanda. Otras especies como *Arothron meleagris* y *Gymnomuraena zebra* también tienen precios elevados (¢2.000,00 por unidad), indicando una notable importancia comercial. La variabilidad en los precios también sugiere diferencias en la percepción del valor entre los

consumidores. Especies con precios más bajos, como *Thalassoma lucasanum* (€800,00) y *Canthigaster punctatissima* (€600,00), aunque menos costosas, aún son importantes en el comercio nacional de peces ornamentales[19, pp. 2021-2022].

La Figura 1 muestra la clasificación de especies de peces según su precio y nivel de importancia comercial en el mercado costarricense. 1.00 USD – 502.4460 CRC.

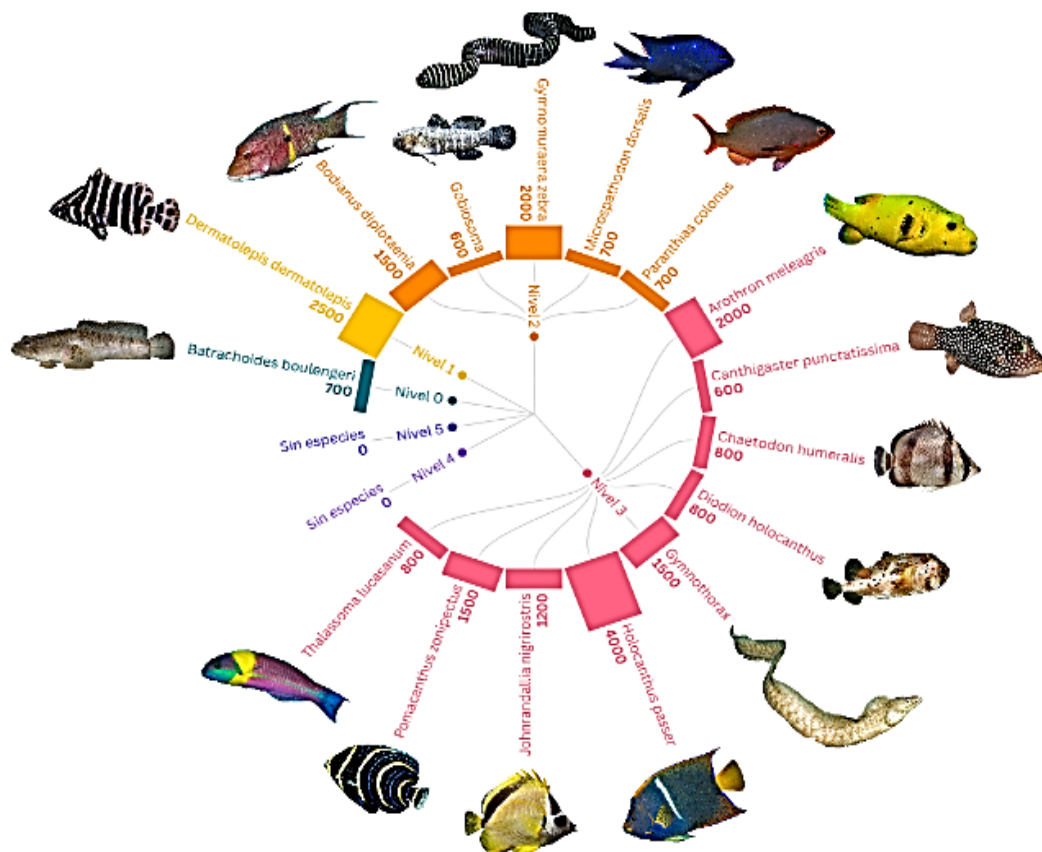


Figura 1 Clasificación de Especies. Fuente: Estado de la acuariofilia en Costa Rica, 2021-2022

4.3. Análisis de los peces nativos marinos extraídos

El análisis de los peces nativos marinos extraídos de la región del Golfo de Papagayo y las áreas adyacentes, incluyendo el Parque Nacional Santa Rosa y el Parque Marino Baulas, proporciona una comprensión detallada de las dinámicas de extracción. A lo largo de tres años, de 2018 a 2020, se observó un aumento significativo en el número de individuos capturados: de 181 en 2018, a 1,084 en 2019 y finalmente a 1,384 en 2020. Este crecimiento sostenido en las capturas subraya una tendencia creciente en la extracción de peces ornamentales en la región. En 2018, las especies predominantes fueron *Holacanthus passer* (28%), *Thalassoma lucasanum* (25%), *Chaetodon nigrirrostris* (18%) y *Pomacanthus zonipectus* (12%). Esta tendencia continuó en 2019 con *Holacanthus passer*

aumentando su participación al 41%, seguido por *Pomacanthus zonipectus* (27%) y *Thalassoma lucasanum* (19%). En 2020, *Holacanthus passer* mantuvo su predominancia con un 29%, seguido por *Thalassoma lucasanum* (24%) y *Pomacanthus zonipectus* (12%).

Estos datos registran un aumento significativo en la captura de peces ornamentales de 2018 a 2020. *Holacanthus passer* se mantuvo como la especie más capturada durante los tres años, lo cual indica una alta demanda en el mercado. Por otro lado, *Thalassoma lucasanum* y *Pomacanthus zonipectus* también mostraron una presencia significativa en las capturas, lo que refleja su atractivo comercial. El incremento en las capturas totales sugiere una creciente actividad de extracción en la región[20]. Este aumento puede estar asociado con una mayor demanda en el

mercado de peces ornamentales, lo cual podría llevar a una sobreexplotación si no se gestionan adecuadamente las actividades de extracción. La variabilidad en la participación porcentual de las especies entre los años puede ser indicativa de cambios en la abundancia relativa de estas especies en sus hábitats naturales, así como en las preferencias del mercado. La disminución en la participación de *Chaetodon humeralis* y el aumento de *Diodon holocanthus* en 2020 son ejemplos de estas dinámicas.

Gráfico 1 boxplot número de individuos capturadas por año en los periodos de tiempo 2018-2020

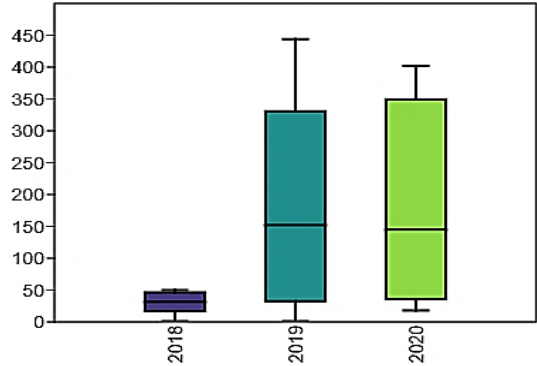


Gráfico 1 Especies capturadas 2018 – 2020. Fuente: Estado de la acuariofilia en Costa Rica, 2021-2022

Gráfico 2 Número de individuos de cada especie capturados por año en los periodos de tiempo 2018-2020.

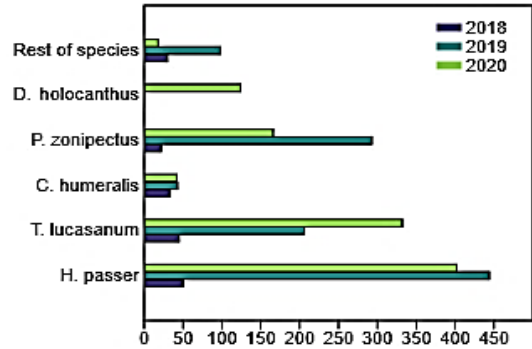


Gráfico 2 Especies capturadas 2018 – 2020. Fuente: Estado de la acuariofilia en Costa Rica, 2021-2022

4.4. Análisis multivariado de los periodos 2018-2020.

Las pruebas de normalidad para los años de extracción de peces ornamentales en Costa Rica confirman que el comportamiento sugerido por los estadísticos de prueba se ajustan efectivamente a una curvatura con normalidad, ya

que , la prueba aplicada Shapiro-Wilk[16], la cual establece como **H0** la normalidad de los datos obtuvo que los valores de p mostrados fueron superiores al nivel de significancia de 0.05, siendo el valor más pequeño de $p=4,429$, por lo cual se acepta el supuesto de normalidad dado que existe suficiente evidencia estadística para concluir que las variables estadísticas si están normalmente distribuidas, ante lo cual para comprobar las hipótesis planteadas en el estudio se seleccionó la alternativa paramétrica, consiguiente a esto se utilizó la prueba de Levene para evaluar la igualdad de varianzas, la cual determinó homogeneidad entre las varianzas de la población considerándose iguales. (valor $p = 9,225$). por lo cual se utilizó el ANOVA de un factor para para pruebas paramétricas.

La Tabla 2 muestra los resultados de la prueba Shapiro-Wilk.

	2018	2019	2020
N	6	6	6
Shapiro-Wilk W	9.496	9.447	911
p(normal)	7.371	6.974	4.429
$\sum X$	181	1085	1084
$\sum X^2$	6999	336875	316848
Desviación estándar	175433	1677324	1555669

Tabla 2 Resultados Test Shapiro-Wilk. Fuente: Elaboración propia

El valor del índice f es 2,58443. El valor p es 0,108536. El resultado no es significativo con un valor $p < 0,05$. Dado que el valor $p < \alpha$, se rechaza **H0**. Al seleccionar los diferentes periodos de tiempo y comparar las capturas de peces en los diferentes periodos de tiempo, no se encontraron diferencias significativas en los diferentes lapsos de tiempo por lo cual se acepta la hipótesis **H1** ya que no existen diferencias significativas entre las capturas de peces ornamentales de Costa Rica en los diferentes periodos de tiempo, sin embargo, el aumento de las extracciones en los últimos años puede ir en aumento si no existe un control adecuado.

Es importante destacar que Costa Rica desempeña un papel destacado en el comercio de peces ornamentales en la región, con un valor comercial que difiere notablemente de sus contrapartes regionales con un total de \$597,000.00, en los años 2019-2022 según datos del observatorio de complejidad económica (OEC,) (OEC, 2024).

Tabla 3 muestra resultado de la prueba de igualdad de medias

Test for equal means						
Statistics	Sum of square	df	Mean square	F	p (same)	Critical F (p=0.05)
Between groups:	90701.4	2	45350.7	2.584	1.085	3.682
Within groups:	263215	15	17547.7	Permutation p (n=99999)	-	-
Total:	353916	17	1.065	-	-	-

Tabla 3 Test for equal means. **Fuente:** Elaboración propia

4.2. Análisis de componentes principales.

Las especies con puntuaciones altas en los primeros componentes principales son las especies nativas más capturadas por los buzos para la comercialización de la acuariofilia. Las puntuaciones negativas en los componentes principales pueden reflejar especies que tienen patrones de captura menos comunes. En el primer componente principal, las especies más representativas son *Holacanthus passer*, *Thalassoma lucasanum* y *Pomacanthus zonipectus*.

Estas especies muestran puntuaciones altas y positivas en PC1, con *H. passer* destacándose significativamente con una puntuación de 344.18. Esto indica que estas especies tienen un peso considerable en la variabilidad de los datos en esta dimensión, reflejando su alta abundancia y predominancia en las capturas para acuariofilia. Estas tres especies tienen una abundancia promedio de 217 individuos y están presentes en el 85 % de las capturas siendo las especies nativas más comunes y capturadas para el mercado de la acuariofilia. Figura 2 muestra las especies más comunes de captura.

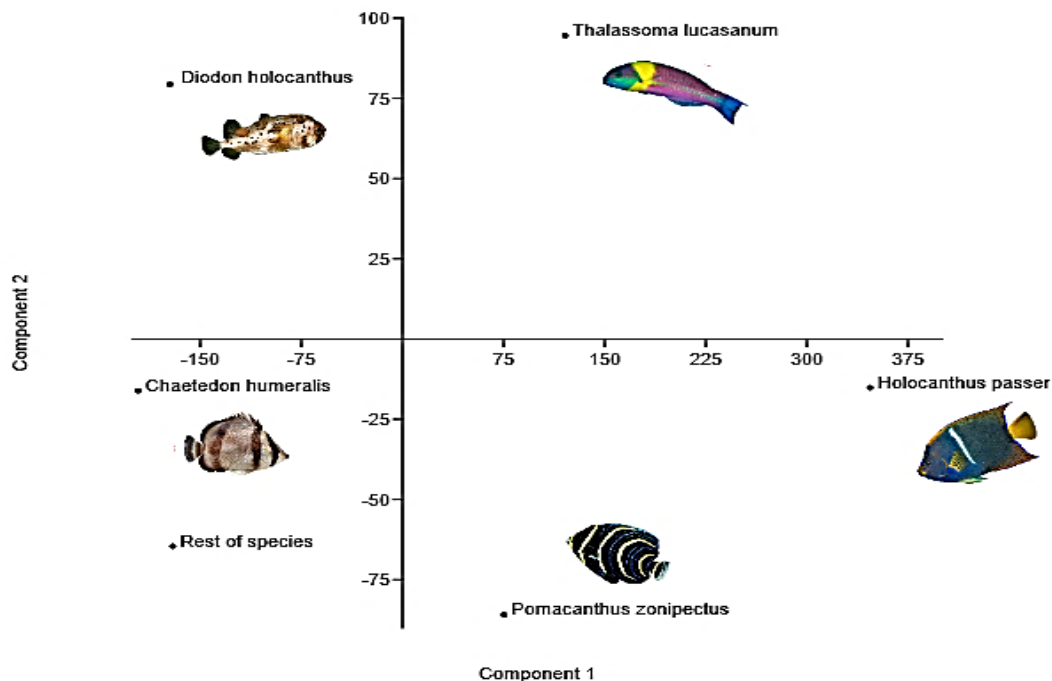


Figura 2 Especies comunes de captura

En el segundo componente principal, *Thalassoma lucasanum* y *Diodon holocanthus* tienen puntuaciones altas y positivas (94.888 y 79.377, respectivamente), sugiriendo que estas especies contribuyen significativamente a la variabilidad en esta dimensión. Por otro lado, *Pomacanthus zonipectus* muestra una puntuación negativa (-86.072), lo que indica que su abundancia puede estar inversamente relacionada con los otros factores representados en CP2.

El tercer componente principal refleja diferencias más sutiles entre las especies. *Chaetodon humeralis* tiene una puntuación positiva significativa (13.06), lo que indica su contribución notable en esta dimensión, mientras que otras especies como *Diodon holocanthus* (-18.582) y *Pomacanthus zonipectus* (-13.596) muestran puntuaciones negativas, sugiriendo patrones de extracciones diferentes. En la tabla 3 se puede observar las puntuaciones negativas de la explotación de especies.

Especies extraídas	PC 1	PC 2	PC 3
<i>Holocanthus passer</i>	344.18	-13.263	1.2501
<i>Thalassoma lucasanum</i>	121.04	94.888	10.092
<i>Chaetodon humeralis</i>	-194.84	-10.131	13.06
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	72.595	-86.072	-13.596
<i>Diodon holocanthus</i>	-172.5	79.377	-18.582
Rest of species	-170.48	-64.8	7.7762

Tabla 3 Puntuaciones negativas de la explotación de especies marinas ornamentales. **Fuente:** Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

El presente estudio proporciona una evaluación crítica de la interacción entre la biodiversidad marina, el comercio de peces ornamentales y la sostenibilidad ecológica. Durante el periodo de 2018 a 2020, se documentó un incremento en la extracción de especies nativas, lo que subraya la relevancia económica de este sector en el contexto local. Sin embargo, este crecimiento plantea serias preocupaciones sobre la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de peces ornamentales y la integridad de los ecosistemas marinos.

Las especies extraídas, que incluyen diversas especies de peces de arrecife, son altamente valoradas en el comercio internacional debido a sus coloraciones únicas. Sin embargo, la explotación intensiva de estas especies puede resultar en la sobreexplotación, lo que podría llevar a un colapso poblacional y a la alteración de las dinámicas ecológicas en los hábitats de arrecifes de coral. La sobrepesca de especies clave puede desestabilizar las interacciones tróficas y afectar la resiliencia de los ecosistemas, comprometiendo su capacidad para recuperarse de perturbaciones ambientales.

El análisis de los datos de extracción revela una falta de información crítica sobre la diversidad de especies y sus dinámicas comerciales, lo que dificulta la implementación de estrategias de manejo sostenible. La ausencia de un sistema de monitoreo robusto impide la identificación

precisa de las especies capturadas, su estado de conservación y las prácticas de captura utilizadas. Esto es particularmente preocupante para las especies que ya están catalogadas como amenazadas o en peligro, ya que la captura no regulada puede exacerbar su vulnerabilidad.

Las implicaciones de estos hallazgos son profundas. Si bien el comercio de peces ornamentales puede ofrecer beneficios económicos a las comunidades costeras, la falta de regulación y monitoreo puede llevar a la degradación de los hábitats marinos y a la pérdida de biodiversidad. La explotación insostenible de recursos marinos no solo afecta a las especies objetivo, sino que también tiene repercusiones en la salud general de los ecosistemas, afectando a otras especies que dependen de estos hábitats.

Es imperativo que se implementen políticas de manejo pesquero que integren prácticas de captura sostenibles y que promuevan la conservación de las especies nativas. Esto incluye la creación de un marco regulatorio que contemple licencias de pesca, cuotas de captura y la promoción de prácticas de acuicultura responsable. Además, se debe fomentar la investigación continua y el monitoreo de las poblaciones de peces ornamentales para asegurar que las prácticas comerciales no comprometan la biodiversidad marina.

VI DECLARACIÓN DE INTERESES EN CONFLICTO

Los autores declaran que no tienen ningún interés financiero en competencia ni relaciones personales conocidas que pudieran haber parecido influir en el trabajo presentado en este artículo.

REFERENCIAS

- [1] N. Sinha y N. Singh, Moderating and mediating effect of perceived experience on merchant's behavioral intention to use mobile payments services, *J. Financ. Serv. Mark.*, vol. 28, n.º 3, pp. 448-465, sep. 2023, doi: 10.1057/s41264-022-00163-y.
- [2] C. R. Voolstra, R. S. Peixoto, y C. Ferrier-Pagès, «Mitigating the ecological collapse of coral reef ecosystems: Effective strategies to preserve coral reef ecosystems», *EMBO Rep.*, vol. 24, n.º 4, p. e56826, abr. 2023, doi: 10.15252/embr.202356826.
- [3] P. J. Haubrock *et al.*, «Knowledge gaps in economic costs of invasive alien fish worldwide», *Sci. Total Environ.*, vol. 803, p. 149875, 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149875.
- [4] N. Knowlton *et al.*, «Rebuilding Coral Reefs: A Decadal Grand Challenge», International Coral Reef Society and Future Earth Coasts, jul. 2021. doi: 10.53642/NRKY9386.
- [5] I. C. Pesca y I. Acuicultura, «Acuicultura/Acuariorfilia». 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.incopesc.go.cr/acuicultura/acuariorfilia/listado_de_especies_de_uso_en_acuariorfilia_version_0.1.xlsx
- [6] D. J. McCauley, F. J. Joyce, y J. H. Lowenstein, «Effects of the aquarium fish industry in Costa Rica on populations of the Cortez rainbow wrasse *Thalassoma lucasanum*», *Cienc. Mar.*, vol. 34, n.º 4, pp. 445-451, 2008.
- [7] A. Sinha, P. K. Pandey, y S. Ghosh, «Editorial: Ornamental fishing industry», *Front. Mar. Sci.*, vol. 10, p. 1245218, ago. 2023, doi: 10.3389/fmars.2023.1245218.
- [8] M. V. Biondo y R. P. Burki, «A Systematic Review of the Ornamental Fish Trade with Emphasis on Coral Reef Fishes—An Impossible Task», *Animals*, vol. 10, n.º 11, p. 2014, nov. 2020, doi: 10.3390/ani10112014.
- [9] S. J. Phillips, M. Dudík, y R. E. Schapire, «[Internet] Software Maxent para modelar nichos y distribuciones de especies (versión 3.4.1).
- [10] M. V. Biondo y R. P. Burki, «Monitoring the trade in marine ornamental fishes through the European Trade Control and Expert System TRACES: Challenges and possibilities», *Mar. Policy*, vol. 108, p. 103620, oct. 2019, doi: 10.1016/j.marpol.2019.103620.
- [11] N. Knowlton, A. Grottoli, J. Kleypas, D. Obura, E. Corcoran, y J. DeGoeij, *Reconstrucción de los arrecifes de coral: una gran tarea decenal desafío*. Sociedad Internacional de Arrecifes de Coral y Future Earth Coasts, 2021. doi: 10.53642/NRKY9386.
- [12] N. Peña Navarro y J. Chacón Guzmán, *Acuicultura en Costa Rica*. Acuicultura en Costa Rica, 2019.
- [13] J. L. G. Araya, A. E. R. Herrera, y R. J. Chang-Tam, «Analysis of Trends in Exports and Imports of Continental and Marine Ornamental Species of Aquariums in Costa Rica», en *Big Data in Finance: Transforming the Financial Landscape*, Springer, Cham, 2025, pp. 165-178. doi: 10.1007/978-3-031-75095-3_13.
- [14] «Plan de Ordenamiento Pesquero y Acuícola del Área Marina de Pesca Responsable Papagayo». 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.incopesc.go.cr/pesca/pesca_responsable/ampr_papagayo/archivos/pop_papagayo_.pdf
- [15] «Mapa de Parques Nacionales de Costa Rica, Costa Rica», Go Visit Costa Rica. Accedido: 10 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.govisitcostarica.co.cr/travelInfo/mapLg.asp?mapID=10>
- [16] G. J. Watson *et al.*, «Can the global marine aquarium trade (MAT) be a model for sustainable coral reef fisheries?», *Sci. Adv.*, vol. 9, n.º 49, p. 4942, 2023.
- [17] S. A. S. Cárdenas y A. R. Herrera, «Integrated index to evaluate the conservation status and commercial interest of ornamental fish imported to Costa Rica», *Intropica Rev. Inst. Investig. Trop.*, vol. 18, n.º 1, pp. 100-106 9036218, 2023.
- [18] I.U.C.N., «The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-21». 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org>.
- [19] A. Robles, A. Ruiz, J. Gisep Araya, J. Porras Luna, y K. Acuña-Vargas, *Estado de la acuariorfilia en Costa Rica, 2021-2022*. 2022.
- [20] *The Observatory of Economic Complexity*. Costa Rica, 2024. [En línea]. Disponible en: https://oec.world/es/visualize/tree_map/hs92/export/cr/show/1030110/2020