

Estimación de un índice de riesgo para ciguatera para el Golfo de Chiriquí y el Golfo de Panamá

Estimation of a ciguatera risk index for the Gulf of Chiriqui and the Gulf of Panama

Luis Yepes

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá
y3pes31@hotmail.com <https://orcid.org/0009-0003-4594-6852>

Carlos Seixas

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá
carlos.seixas@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-3430-3793>

Cecibeth Aparicio

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá
cecibethdelcarmenaparicio@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-1007-1976>

Artículo recibido: 24 de agosto de 2026

Artículo aceptado: 29 de septiembre de 2026

DOI <https://doi.org/10.48204/j.colegiada.v8n1.a11466>

RESUMEN

La ciguatera constituye una intoxicación alimentaria asociada al consumo de peces que han acumulado ciguatoxinas producidas principalmente por dinoflagelados bentónicos de los géneros *Gambierdiscus* y *Fukuyoa*. El objetivo de este estudio fue estimar el riesgo potencial de ciguatera en dos zonas del Pacífico panameño: el Golfo de Chiriquí (PTY-3) y el Golfo de Panamá (PTY-4). Se examinó toda la información disponible en relación con el tema, así como también la existencia de reportes de países cercanos que pudieran incrementar el riesgo de Ciguatera en el país. Se aplicó un índice de riesgo basado en siete criterios: presencia de dinoflagelados bentónicos asociados con ciguatera, disponibilidad de sustratos, especies potencialmente vectores, reportes epidemiológicos, actividades productivas costeras, regulación ambiental y patrones de circulación oceánica. Cada criterio fue ponderado de acuerdo con su importancia relativa y posteriormente integrado mediante el índice IRC (Índice de Riesgo para Ciguatera). El estudio es una continuación del estudio anterior donde se calculó el índice de riesgo para el Caribe oriental y el Caribe occidental de Panamá. El Golfo de Chiriquí obtuvo un valor de 3.20, superior al registrado para PTY-4 (2.20). En PTY-3, los principales aportes al índice correspondieron a la evidencia regional de dinoflagelados asociados con ciguatera, la elevada representación de peces potencialmente vectores y los patrones intrusivos y retentivos que se presentan en la zona, mientras que en PTY-4 destacó la mayor presión de actividades productivas costeras, aunque los patrones de circulación del golfo reciben la influencia de zonas donde la ciguatera no es actualmente un problema. La limitada información epidemiológica y la ausencia de confirmación local de *Gambierdiscus*/*Fukuyoa* constituyen las principales fuentes de incertidumbre. Los resultados indican que PTY-3 presenta un riesgo relativo mayor que PTY-4 y debería considerarse prioritaria para programas de vigilancia que incluyan muestreo de dinoflagelados bentónicos, identificación molecular y detección de ciguatoxinas en peces de importancia pesquera.

PALABRAS CLAVE: Ecosistema marino; recursos pesqueros; vigilancia ambiental; contaminación marina; pesca marina.



ABSTRACT

Ciguatera is a foodborne intoxication associated with the consumption of fish that have accumulated ciguatoxins produced mainly by benthic dinoflagellates of the genera *Gambierdiscus* and *Fukuyoa*. This study aimed to estimate the potential risk of ciguatera in two areas of the Panamanian Pacific: The Gulf of Chiriquí (PTY-3) and the Gulf of Panamá (PTY-4). All available information regarding the subject was examined, as well as the existence of reports from neighboring countries that could increase the risk of ciguatera in the country. A risk index based on seven criteria was applied: occurrence of ciguatera-associated benthic dinoflagellates, availability of suitable substrates, presence of potential vector species, epidemiological reports, coastal productive activities, environmental regulations, and ocean circulation patterns. Each criterion was weighted according to its relative importance and integrated into the CRI risk index. The study is a continuation of the previous study, in which the risk index for the Eastern Caribbean and the Western Caribbean of Panama was calculated. The Gulf of Chiriquí reached a value of 3.20, higher than that obtained for PTY-4 (2.20). At PTY-3, the main contributions to the index stemmed from regional evidence of ciguatera-associated dinoflagellates, the high representation of potential vector fish, and the zone's characteristic intrusive and retentive patterns meanwhile PTY-4 was notable for the greater pressure from coastal productive activities, although the gulf's circulation patterns are influenced by areas where ciguatera is not currently a problem. Limited epidemiological information and the lack of local confirmation of *Gambierdiscus*/*Fukuyoa* remain the main sources of uncertainty. The results indicate that PTY-3 presents a higher relative risk than PTY-4 and should be prioritized for surveillance programs including benthic dinoflagellate sampling, molecular identification, and ciguatoxin detection in commercially important fish.

KEYWORDS: Marine ecosystems; fishery resources; environmental monitoring; marine pollution; marine fishing.

INTRODUCCIÓN

La ciguatera es una intoxicación alimentaria que ocurre con relativa frecuencia y que se asocia al consumo de peces de vida arrecifal de las regiones tropicales y subtropicales del planeta (Chinain et al., 2021; Friedman et al., 2017). La ingesta regular de peces que han acumulado ciguatoxinas, un grupo muy potente de neurotoxinas producidas por dinoflagelados bentónicos del género *Gambierdiscus* y *Fukuyoa*, ocasiona el padecimiento de la enfermedad. Estos microorganismos crecen sobre macroalgas, corales muertos, escombros coralinos y otros sustratos bentónicos desde donde las toxinas ingresan a la cadena trófica, utilizando como vehículo peces herbívoros e invertebrados. Mediante el proceso de biomagnificación las toxinas se concentran en peces depredadores de gran tamaño como los meros (*Epinephelus* spp.), pargos (*Lutjanus* spp.), jureles (*Caranx* spp.) y barracudas (*Sphyræna* spp.), los cuales representan el principal riesgo para el consumo humano (Friedman et al., 2017; Chinain et al., 2021). Aunque tradicionalmente la ciguatera ha sido considerada una enfermedad endémica de las islas del Pacífico y del mar Caribe, durante las últimas dos décadas se ha acumulado evidencia científica que demuestra una expansión de su distribución geográfica hacia nuevas regiones tropicales, incluyendo el Pacífico Oriental Tropical (Chinain et al., 2021). Durante muchos años se asumió que el riesgo de ciguatera en el Pacífico neotropical era relativamente bajo debido al reducido número de casos clínicos documentados y a la limitada información sobre la distribución de *Gambierdiscus*. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que esta percepción estuvo influenciada principalmente por la escasez de programas de vigilancia epidemiológica, la falta de monitoreo de dinoflagelados bentónicos y las dificultades analíticas para confirmar la presencia de ciguatoxinas en peces y pacientes afectados (Friedman et al., 2017; Chinain et al., 2021). Actualmente se reconoce que la enfermedad probablemente ha estado subdiagnosticada durante décadas.

Un hallazgo muy importante ocurrió cuando Vargas-Montero, Morales y Cortés (2012), documentaron por primera vez el género *Gambierdiscus* en el parque Nacional Isla Cocos en

Costa Rica. Con este hallazgo se confirmó que los arrecifes coralinos del Pacífico Oriental tropical poseen condiciones ecológicas adecuadas para el establecimiento de dinoflagelados productores de ciguatoxinas, además de otros dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos.

En Panamá, el conocimiento sobre la ciguatera ha experimentado un notable desarrollo en años recientes. Tradicionalmente, la mayor parte de los casos clínicos documentados se concentraban en la costa Caribe; sin embargo, investigaciones recientes indican que el Pacífico panameño también presenta condiciones favorables para el desarrollo del fenómeno. A pesar del creciente conocimiento científico, la epidemiología de la ciguatera en el Pacífico neotropical continúa siendo incompleta. Muchos países carecen de sistemas obligatorios de notificación, los casos suelen confundirse con otras enfermedades gastrointestinales o neurológicas y la confirmación mediante métodos analíticos continúa siendo técnicamente compleja y costosa (Chinain et al., 2021). Como consecuencia, la incidencia real probablemente permanece subestimada. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los programas nacionales de vigilancia epidemiológica, implementar monitoreos permanentes de dinoflagelados bentónicos, desarrollar capacidades analíticas para la detección de ciguatoxinas y promover programas de educación dirigidos a pescadores, comercializadores, personal sanitario y comunidades costeras. El presente trabajo es una continuación de un trabajo previo que calculó índices de riesgos para el Caribe de Panamá. En esta ocasión se presentan los índices de riesgos para dos áreas importantes del Pacífico panameño: El Golfo de Chiriquí y el Golfo de Panamá.

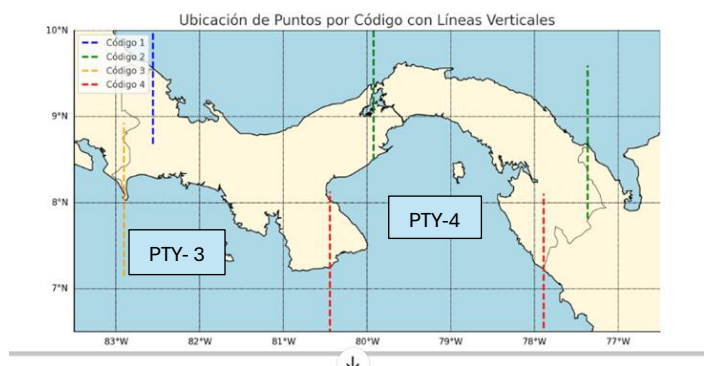
MATERIALES Y MÉTODOS

1. Área de estudio

Para delimitar las áreas de estudio en el Pacífico de Panamá se utilizaron los códigos propuestos por Panamá para la base de datos HAEDAT que es un componente del Sistema de Información sobre Algas Nocivas de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (<https://haedat.iode.org/>). La Figura 1 muestra las áreas estudiadas en el Pacífico de Panamá (PTY-3 y PTY-4). Las zonas descritas se examinaron de manera global, recopilando los reportes de ciguatera, tanto dentro de ellas como en zonas aledañas, con las cuales exista un factor de vinculación oceanográfica. Los datos obtenidos, en su mayoría proceden de publicaciones en revistas indexadas, estudios recientes verificables, información que ha sido almacenada en la forma de informes técnicos por parte de instituciones que se dedican a la administración y protección del ambiente. Los valores de ponderación y los puntajes para cada criterio se obtuvieron previa discusión con un panel de expertos relacionados con el tema.

Figura 1.

Coordenadas geográficas de las zonas estudiadas en el Pacífico Panameño.



Nota. **PTY-3:** Punta Burica (08° 02' 18.0" LN; 82° 54' 12.5" LW), Punta Morro de Puerco (07° 14' 27" LN; 80° 26' 27" LW) **PTY-4:** Punta Morro de Puerco (07° 14' 27" LN; 80° 26' 27" LW), Punta Del Pacífico (07° 12' 39.3" LN; 77° 53' 20.9" LW). Adaptado de Estimación de un índice de Riesgo de Ciguatera para el Pacífico y el Caribe de Panamá, p.12 por Luis Yepes, 2025. Tesis de maestría, Universidad de Panamá.

2. Criterios y Escala de Ponderación

Tabla 1.

Criterios propuestos por el Grupo IOCARIBE (HAB-ANCA), 2018, adaptados al pacífico de Panamá.

CRITERIO	ESCALA DE PONDERACIÓN
1. Reportes de la presencia de dinoflagelados bentónicos asociados con la Ciguatera.	1=No existen reportes 2=Hay reportes de la presencia de bentónicos no relacionados con ciguatera 3=Reportes de bentónicos asociados a la ciguatera, pero no <i>Gambierdiscus-Fukuyoa</i> , 4= Reportes ocasionales de la presencia de <i>Gambierdiscus-Fukuyoa</i> 5=Reportes frecuentes de la presencia de <i>Gambierdiscus-Fukuyoa</i> ,
2. Cobertura y abundancia de sustratos tales como hierbas marinas, algas y arrecifes de coral (especialmente muertos) que pudieran albergar algas bénticas asociadas con la ciguatera.	1=Cobertura mínima de sustratos adecuados, generalmente dispersos, 2=Cobertura moderada, generalmente corales vivos lejos de la costa 3=Hasta el 10% de las plataformas coralinas están muertas y tienen proliferación de algas y hierbas marinas 4=50% o más de las plataformas de corales están muertas con alta proliferación de algas. 5=Cobertura extensa con evidentes signos de contaminación antrópica y predominio visible de algas verdes filamentosas.
3. Presencia y abundancia de especies vectores de toxicidad, principalmente invertebrados y peces de arrecife potencialmente portadores de la ciguatoxina.	1=Menos del 1% de los vectores reportados para el área. 2=Del 1% al 10% de los vectores reportados para el área, 3=Del 10% al 50% de los vectores reportados para el área 4=Más del 50% de los vectores reportados para el área.
4. Reportes epidemiológicos de poblaciones costeras, particularmente registros de intoxicaciones alimentarias que podrían ser causadas por ciguatera.	1=Reportes aislados menores, 2=Múltiples casos documentados, 3=Brotos frecuentes, 4=Crisis sanitaria activa.
5. Actividades productivas asociadas a la zona costera (Agricultura, pesca, acuicultura, turismo y otras) con la capacidad de contaminar el medio costero	1=Actividad mínima, más bien de tipo artesanal y de subsistencia, 2=Al menos 10% de actividades productivas no de tipo artesanal o de subsistencia 3=Del 10% al 50% de actividad productiva. 4=Más del 50% de actividad productiva. 5. Actividad productiva intensiva y a gran escala que ocupa casi toda la zona costera.
6. Existencia de regulaciones y normativa para proteger la costa de la contaminación antrópica.	1=No hay regulación. 2. Hay buena regulación, pero grandes problemas de implementación y de fiscalización 3=Hay buena regulación y pocos problemas de implementación, pero limitada capacidad de fiscalización, 4= Hay

7. Patrones de circulación oceánica que favorecen la migración de bentónicos de ciguatera desde países cercanos donde la ciguatera es endémica.	buena regulación, pocos problemas de implementación y una fiscalización eficiente. 1=Los patrones de circulación dispersan las floraciones, 2=Patrones de circulación neutros, 3=Circulación muy favorable para la retención, 4=Patrones de circulación concentran y retienen floraciones
---	--

Nota. Se utilizaron los mismos criterios que se presentaron en el trabajo sobre zonas de Riesgo para el Caribe de Panamá.

Tabla 2.

Ponderación de criterios para el cálculo de un índice de riesgo en el Caribe de Panamá.

CRITERIO
1. Presencia de dinoflagelados bentónicos asociadas al síndrome de la ciguatera (Porcentaje de ponderación= 0.25). Es el factor más crítico, ya que determina directamente la toxicidad potencial
2. Cobertura y abundancia de sustratos tales como hierbas marinas, algas y arrecifes de coral (especialmente muertos). (Porcentaje de ponderación=0.10). Favorece establecimiento de algas tóxicas bentónicas al haber más sustratos disponibles para la fijación.
3. Presencia y abundancia de especies vectores de toxicidad (principalmente peces). (Porcentaje de ponderación=0.15). Amplifica el riesgo al concentrar toxinas en la cadena alimentaria
4. Reportes epidemiológicos de poblaciones costeras, particularmente registros de intoxicaciones, muerte de organismos acuáticos, vedas preventivas y cualquier otra alerta relacionada con el tema. (Porcentaje de ponderación=0.20). Evidencia directa del impacto en salud pública y ecosistemas
5. Actividades productivas asociadas a la zona costera o descarga de desechos urbanos (Agricultura, pesca, acuicultura, turismo y otras. (Porcentaje de ponderación=0.10). Contribuyen indirectamente a la eutrofización y proliferación de microalgas. Aumenta la exposición humana y puede aportar nutrientes
6. Existencia de regulaciones y normativa. (Porcentaje de ponderación=0.05). Influye en la prevención y respuesta, pero no en la ocurrencia biológica. Factor mitigador del riesgo, no generador
7. Patrones de circulación oceánica que favorecen la migración de floraciones nocivas. (Porcentaje de ponderación=0.15). Determina la dispersión, acumulación y llegada de floraciones de algas nocivas a nuevas zonas.
Ponderación total: 100%

Nota. Se utilizaron los mismos criterios que se presentaron en el trabajo sobre zonas de Riesgo para el Caribe de Panamá.

3. Ecuación para el cálculo del índice CRI y escala de valoración

$$\text{CRI} = (0.25 \times C1) + (0.20 \times C4) + (0.15 \times C3) + (0.15 \times C7) + (0.10 \times C2) + (0.10 \times C5) + (0.05 \times C6)$$

Donde:

- C1 = Presencia de microalgas tóxicas (1-5)
- C2 = Cobertura de sustratos (1-5)

- C3 = Especies vectores (1-4)
- C4 = Reportes epidemiológicos (1-4)
- C5 = Actividades productivas (1-5)
- C6 = Regulaciones (1-4)
- C7 = Patrones de circulación (1-4)

Escala de referencia:

- **0.0 – 1.5 → Riesgo bajo:** Condiciones poco favorables para la proliferación de ciguatera o con baja incidencia reportada.
- **1.6 – 3.0 → Riesgo medio:** Existen factores ecológicos y antrópicos que favorecen el riesgo, aunque sin evidencia contundente de brotes frecuentes.
- **3.1 – 5.0 → Riesgo alto:** Ecosistemas y actividades humanas claramente propicias para eventos de ciguatera, con necesidad de vigilancia y medidas preventivas más estrictas.

Nota. Se utilizaron los mismos valores de ponderación y la ecuación que se presentaron en el trabajo sobre zonas de Riesgo para el Caribe de Panamá.

RESULTADOS

Golfo de Chiriquí (PTY-3)

1. Reportes de dinoflagelados bentónicos (*Gambierdiscus*/*Fukuyoa*) asociados a ciguatera. Puntaje: 4

Existen reportes confirmados de *Gambierdiscus* en el Pacífico Oriental Tropical, particularmente en Costa Rica (Isla del Coco) y otras localidades cercanas, además de registros regionales que indican la presencia del género en ambientes arrecifales del Pacífico tropical. Aunque para el Golfo de Chiriquí aún existen pocos estudios específicos publicados, la cercanía biogeográfica con Isla del Coco y la continuidad ecológica del Pacífico Oriental Tropical hacen muy probable su presencia. El valor no solo se le asigna por el reporte de Vargas-Montero (2012), sino porque existe evidencia de reportes en el Pacífico sur de México y en otros Países de la Región.

2. Cobertura/abundancia de sustratos (praderas de hierbas marinas, macroalgas y arrecifes degradados). Puntaje: 3

Aunque las praderas de fanerógamas marinas son escasas y aparecen principalmente como parches dispersos en el Golfo de Chiriquí, la región posee una importante disponibilidad de otros sustratos adecuados para el establecimiento de *Gambierdiscus*, incluyendo arrecifes coralinos, escombros coralinos, fondos rocosos y abundantes macroalgas bentónicas. Sin embargo, la evidencia disponible no indica que el 50 % o más de las plataformas coralinas estén muertas ni que exista una proliferación generalizada de macroalgas asociada a degradación arrecifal. En consecuencia, el área se ajusta mejor al puntaje 3 de la escala.

3. Presencia y abundancia de especies vectores. Puntaje: 4

El Pacífico occidental de Panamá alberga una de las comunidades de peces arrecifales más diversas del Pacífico Oriental Tropical, particularmente en el Parque Nacional Coiba, el Golfo de Chiriquí y los archipiélagos de las Secas y Paridas. En estos ecosistemas se encuentra una elevada representación de familias reconocidas internacionalmente como vectores potenciales de ciguatoxinas, entre ellas Lutjanidae (pargos), Serranidae (meros y cabrillas), Carangidae (jureles), Balistidae (peces ballesta), Muraenidae (morenas) y Sphyrnidae (barracudas), además de otras familias como Haemulidae, Labridae y Scaridae, cuyos integrantes participan en distintos niveles de la red trófica arrecifal.

La elevada diversidad íctica del Golfo de Chiriquí ha sido ampliamente documentada en inventarios realizados en el Parque Nacional Coiba y otras áreas marinas protegidas del Pacífico panameño, donde se registran ensamblajes de peces arrecifales comparables con los de otras regiones del Pacífico Oriental Tropical. La continuidad ecológica entre Panamá, Costa Rica, Colombia y Ecuador favorece además el intercambio biogeográfico de especies y la presencia de un elevado número de los peces considerados vectores de ciguatera en la región.

4. Reportes epidemiológicos de ciguatera. Puntaje: 2

A diferencia del Caribe panameño, donde la ciguatera presenta un mayor respaldo epidemiológico, en el Pacífico occidental de Panamá la información disponible es limitada y no existen series publicadas que documenten brotes recurrentes. No obstante, la presencia de condiciones ecológicas favorables para el desarrollo de *Gambierdiscus* en el Pacífico Oriental Tropical y la confirmación de este género en áreas biogeográficamente próximas, como la Isla del Coco (Costa Rica), sugieren que la enfermedad podría estar subdiagnosticada en la región. La escasa vigilancia epidemiológica, la ausencia de confirmación toxicológica rutinaria y la probable subnotificación dificultan establecer la verdadera incidencia de la ciguatera. En consecuencia, se considera apropiado asignar un puntaje de 2, ya que existe evidencia compatible con la ocurrencia de casos esporádicos en el Pacífico Oriental Tropical, aunque no se dispone de registros suficientes que demuestren brotes frecuentes o una situación epidemiológica activa.

5. Actividades productivas costeras con potencial contaminante. Puntaje: 3

El Pacífico occidental de Panamá alberga una importante actividad económica vinculada al aprovechamiento de los recursos marino-costeros, incluyendo pesca artesanal y comercial, turismo, acuicultura de pequeña y mediana escala, actividades portuarias locales y producción agropecuaria en las cuencas que drenan hacia el Golfo de Chiriquí. Aunque la intensidad de estas actividades es considerablemente menor que la observada en zonas altamente urbanizadas e industrializadas del Caribe panameño, constituyen fuentes potenciales de aporte de nutrientes, sedimentos y otros contaminantes hacia los ecosistemas costeros. No obstante, una parte importante del área de estudio se encuentra bajo algún régimen de protección, destacándose el Parque Nacional Coiba y otras áreas marinas protegidas que limitan el desarrollo de actividades de alto impacto ambiental. En consecuencia, la presión antrópica se considera moderada en comparación con otras regiones costeras de Panamá, lo que justifica la asignación de un puntaje de 3.

6. Existencia de regulación/normativa ambiental Puntaje:3

El Pacífico occidental de Panamá cuenta con uno de los marcos de protección ambiental más robustos del país, sustentado por la Ley 41 de 1998 (Ley General de Ambiente), la Ley 304 de 2022, que establece la protección integral de los sistemas arrecifales y los ecosistemas asociados, la legislación pesquera administrada por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) y diversas normas relacionadas con la conservación de la biodiversidad marina. En esta región se localizan importantes áreas protegidas, entre ellas el Parque Nacional Coiba, declarado Patrimonio Mundial por la UNESCO, el Parque Nacional Marino Golfo de Chiriquí y varias zonas de manejo especial que restringen actividades potencialmente impactantes sobre los ecosistemas coralinos y costeros. Estas figuras de protección contribuyen a reducir las presiones antrópicas y favorecen la conservación de los hábitats donde se desarrollan las comunidades arrecifales. No obstante, al igual que en otras regiones del país, persisten limitaciones relacionadas con la disponibilidad de recursos para la vigilancia, el monitoreo ambiental y la fiscalización del cumplimiento de la normativa, particularmente en áreas marinas de difícil acceso y amplia extensión. En consecuencia, se considera que el área dispone de un marco regulatorio sólido, aunque con limitaciones en su capacidad de implementación y fiscalización, lo que justifica la asignación de un puntaje de 3.

7. Patrones de circulación que favorecen retención/migración desde zonas endémicas Puntaje: 3

El Golfo de Chiriquí es una cuenca semiabierto con intercambio directo con el Pacífico Oriental Tropical. Su circulación está influida por las mareas, los vientos, las precipitaciones, las descargas continentales y la variabilidad asociada a El Niño–Oscilación del Sur. La configuración insular y costera puede generar recirculaciones y retención localizada en bahías y canales protegidos, no existen estudios que demuestren una retención persistente y generalizada en todo PTY-3 ni un transporte regular de *Gambierdiscus* o *Fukuyoa* desde otras áreas del Pacífico Oriental Tropical. En consecuencia, la circulación puede favorecer la acumulación local o la dispersión según el sitio y la época, por lo que se asigna un puntaje de 3.

Considerando que el porcentaje de ponderación por criterio es: criterio 1= 0.25; criterio 2 = 0.10; criterio 3= 0.15; criterio 4 = 0.20; criterio 5 =0.10; criterio 6 = 0.05 y criterio 7= 0.15. Se calculó el índice CRI según la siguiente ecuación: (Criterio 1*0.25) + (criterio 2*0.10) +(criterio 3*0.15) +(criterio 4*0.20) +(criterio 5*0.10) +(criterio 6*0.05) +(criterio 7*0.15).

Cálculo del índice CRI utilizando los puntajes de ponderación asignados previamente:

- Criterio 1 (microalgas bentónicas asociadas): $4 \times 0.25 = 1.0$
- Criterio 2 (substratos): $3 \times 0.10 = 0.30$
- Criterio 3 (especies vectores): $4 \times 0.15 = 0.60$
- Criterio 4 (reportes epidemiológicos): $2 \times 0.20 = 0.40$
- Criterio 5 (actividades productivas costeras): $3 \times 0.10 = 0.30$
- Criterio 6 (regulación/normativa): $3 \times 0.05 = 0.15$
- Criterio 7 (circulación oceánica): $3 \times 0.15 = 0.45$

Suma total:

$$1.0+0.30+0.60+0.40+0.30+0.15+0.45= 3.2$$

Interpretación

- **3.1 – 5.0 → Riesgo alto:** Ecosistemas y actividades humanas claramente propicias para eventos de ciguatera, con necesidad de vigilancia y medidas preventivas más estrictas

PTY-4. Pacífico Este (Punta Morro de Puerco-Punta del Pacífico, Darién)

1. Reportes de dinoflagelados bentónicos (*Gambierdiscus*/*Fukuyoa*) asociados a la ciguatera. Puntaje: 2

Hasta la fecha no existen publicaciones que documenten la presencia de *Gambierdiscus* o *Fukuyoa* en el Golfo de Panamá o en la costa del Darién. Aunque se ha confirmado la presencia de estos dinoflagelados en áreas como la Isla del Coco (Costa Rica), los patrones de circulación intrusivos afectan principalmente al Golfo de Chiriquí y no el golfo de Panamá donde la circulación es dominada por un giro ciclónico que nos expone a los eventos que ocurren en el pacífico de Suramérica y que llegan al golfo de Panamá a través de la corriente de Humbolt y otros patrones de circulación costera de la zona como son la corriente de Colombia. Por otra parte, las condiciones oceanográficas del golfo de Panamá son radicalmente diferentes a las del golfo de Chiriquí. En la estación seca de Panamá la temperatura del agua puede caer hasta los 19 °C y las salinidades son más variables que en el golfo de Chiriquí, todo esto unido a la elevada turbidez de las aguas y los amplios rangos de mareas, limitan el desarrollo de corales y de algas,

sustratos ideales para el establecimiento de bentónicos de ciguatera. En consecuencia y siguiendo un criterio conservador, se asigna un puntaje de 2.

2. Cobertura y abundancia de sustratos adecuados. Puntaje: 2

A diferencia del Golfo de Chiriquí, el Pacífico oriental de Panamá presenta una menor cobertura de arrecifes coralinos y una mayor predominancia de costas fangosas, estuarios y extensos manglares influenciados por grandes descargas fluviales. Los arrecifes existentes son relativamente pequeños, discontinuos y se localizan principalmente alrededor de islas y sectores rocosos del archipiélago de Las Perlas y algunos puntos del Darién. Las praderas de fanerógamas marinas son escasas y aparecen de forma aislada, mientras que la disponibilidad de macroalgas bentónicas también es inferior a la observada en el Pacífico occidental. Aunque existen sustratos adecuados para el establecimiento de dinoflagelados bentónicos, su extensión y continuidad son considerablemente menores que en el Golfo de Chiriquí, por lo que corresponde asignar un puntaje de 2.

3. Presencia y abundancia de especies vectores de ciguatoxinas. Puntaje: 3

La región alberga una importante comunidad de peces costeros y arrecifales, incluyendo representantes de las familias Lutjanidae, Serranidae, Carangidae, Sphyraenidae, Balistidae y Muraenidae, reconocidas internacionalmente como vectores potenciales de ciguatoxinas. Sin embargo, debido a la menor extensión de arrecifes coralinos y a la mayor influencia de ambientes estuarinos y fondos blandos, la diversidad y abundancia de peces estrictamente arrecifales es inferior a la registrada en el Golfo de Chiriquí. Aun así, el área mantiene poblaciones importantes de peces depredadores de interés pesquero que podrían participar en la biomagnificación de ciguatoxinas cuando estas se encuentren presentes en el ecosistema. En consecuencia, se considera apropiado asignar un puntaje de 3.

4. Reportes epidemiológicos de ciguatera. Puntaje: 1

No existen publicaciones científicas que documenten brotes recurrentes de ciguatera en el Golfo de Panamá o el Darién, ni series epidemiológicas comparables a las disponibles para el Caribe. La escasa información disponible sugiere que la enfermedad permanece subdiagnosticada y probablemente subnotificada, situación común en gran parte del Pacífico Oriental Tropical. Aunque la presencia potencial de *Gambierdiscus* en la región hace biológicamente plausible la ocurrencia de casos esporádicos, actualmente no existe evidencia suficiente para sustentar una incidencia epidemiológica elevada. Por esta razón se asigna un puntaje de 1.

5. Actividades productivas asociadas a la zona costera. Puntaje: 4

El Pacífico oriental concentra algunas de las actividades económicas más importantes del litoral panameño, incluyendo el complejo portuario asociado al Canal de Panamá, navegación internacional, pesca industrial y artesanal, desarrollo urbano, turismo, acuicultura localizada y actividades agropecuarias en las cuencas hidrográficas que desembocan en el Golfo de Panamá. Estas actividades incrementan el aporte de sedimentos, nutrientes y otros contaminantes hacia los ecosistemas costeros, modificando las condiciones ambientales y favoreciendo procesos de eutrofización en sectores específicos. Aunque buena parte del Darién mantiene un bajo grado de intervención, la elevada presión antrópica existente en el Golfo de Panamá justifica considerar una presión regional alta y asignar un puntaje de 4.

6. Existencia de regulaciones y normativa ambiental. Puntaje: 3

El área cuenta con un sólido marco jurídico sustentado por la Ley General de Ambiente, la Ley 304 de protección de arrecifes coralinos, la legislación pesquera nacional y diversas áreas protegidas, entre ellas el Refugio de Vida Silvestre Isla Taboga, el Archipiélago de Las Perlas y el Parque Nacional Darién, declarado Patrimonio Mundial por la UNESCO. No obstante, la amplitud del territorio marino, la intensidad de las actividades económicas y las limitaciones de

vigilancia dificultan una fiscalización completamente efectiva. En consecuencia, se considera apropiado asignar un puntaje de 3.

7. Patrones de circulación oceánica que favorecen la migración o retención de organismos asociados a la ciguatera. Puntaje: 2

La oceanografía del Golfo de Panamá está fuertemente influenciada por la surgencia estacional inducida por los vientos alisios, las mareas de gran amplitud y una intensa mezcla vertical, condiciones que favorecen una elevada renovación de las masas de agua durante la estación seca. Estas características contrastan con la circulación más estable del Golfo de Chiriquí y reducen la probabilidad de retención prolongada de organismos bentónicos o de propágulos asociados a *Gambierdiscus*. Aunque existen bahías e islas que pueden generar recirculaciones locales, la evidencia disponible indica que, a escala regional, predominan procesos de dispersión y renovación del agua más que de acumulación persistente. Por otra parte, el giro ciclónico que domina la circulación en el golfo de Panamá trae aguas de Suramérica donde la ciguatera hasta el momento no es un problema. En consecuencia, la probabilidad de que se establezcan poblaciones de dinoflagelados bentónicos asociados a la ciguatera es relativamente baja y justifica un puntaje de 2.

Considerando que el porcentaje de ponderación por criterio es: criterio 1 = 0.25; criterio 2 = 0.10; criterio 3 = 0.15; criterio 4 = 0.20; criterio 5 = 0.10; criterio 6 = 0.05 y criterio 7 = 0.15. Se calculó el índice IRFAN según la siguiente ecuación: $(\text{Criterio } 1 \times 0.25) + (\text{criterio } 2 \times 0.10) + (\text{criterio } 3 \times 0.15) + (\text{criterio } 4 \times 0.20) + (\text{criterio } 5 \times 0.10) + (\text{criterio } 6 \times 0.05) + (\text{criterio } 7 \times 0.15)$.

Cálculo del índice CRI usando los puntajes de ponderación asignados previamente:

- Criterio 1 (microalgas bentónicas asociadas): $2 \times 0.25 = 0.50$
- Criterio 2 (substratos): $2 \times 0.10 = 0.20$
- Criterio 3 (especies vectores): $3 \times 0.15 = 0.45$
- Criterio 4 (reportes epidemiológicos): $1 \times 0.20 = 0.20$
- Criterio 5 (actividades productivas costeras): $4 \times 0.10 = 0.40$
- Criterio 6 (regulación/normativa): $3 \times 0.05 = 0.15$
- Criterio 7 (circulación oceánica): $2 \times 0.15 = 0.30$

Suma total:

$$0.50 + 0.20 + 0.45 + 0.20 + 0.40 + 0.15 + 0.30 = 2.20$$

Interpretación

- **1.6 – 3.0 → Riesgo medio:** Existen factores ecológicos y antrópicos que favorecen el riesgo, aunque sin evidencia contundente de brotes frecuentes.

DISCUSIÓN

La estimación del índice de riesgo de ciguatera mostró diferencias entre las dos zonas evaluadas del Pacífico panameño. El Golfo de Chiriquí (PTY-3) presentó un CRI de 3.20, muy superior al valor de 2.20 registrado para el Pacífico Este (PTY-4). Esta diferencia sugiere una mayor coincidencia de factores ecológicos y biológicos favorables para la ocurrencia potencial de ciguatera en PTY-3, principalmente por la evidencia regional de la presencia de dinoflagelados asociados con el síndrome, la disponibilidad de sustratos bentónicos y la elevada representación de especies de peces potencialmente vectores. Por otra parte, aunque PTY-4 mostró una mayor

presión de actividades productivas costeras, la menor disponibilidad de hábitats apropiados, el afloramiento estacional y los patrones de circulación dominantes, reducen la probabilidad de que se establezcan asentamientos de bentónicos de ciguatera.

La interpretación de los valores de riesgo debe considerar que la ciguatera es un fenómeno complejo, determinado no solo por la presencia de *Gambierdiscus* y *Fukuyoa*, sino también por la composición específica de sus comunidades, la toxicidad de las cepas, la disponibilidad de sustratos, los patrones de circulación y retención y los mecanismos de transferencia de ciguatoxinas a través de la red trófica. Diversos estudios han demostrado diferencias importantes en toxicidad entre especies y cepas, por lo que una mayor abundancia de *Gambierdiscus* no implica necesariamente un mayor riesgo toxicológico (Litaker et al., 2010, 2017; Perkins et al., 2024). Más recientemente, Smith et al. (2026) demostraron que, para explicar la presencia de ciguatoxinas en peces, puede ser más importante la composición específica de la comunidad que la abundancia total del género.

Para PTY-3, resulta especialmente relevante el registro de *Gambierdiscus* en Isla del Coco, Costa Rica, que confirma la presencia del género en el Pacífico Tropical Oriental (Vargas-Montero et al., 2012). Asimismo, la documentación de casos de ciguatera y especies de *Gambierdiscus* potencialmente tóxicas en México amplía la evidencia de que el fenómeno puede presentarse en el Pacífico oriental (Núñez-Vázquez et al., 2019; Fernández-Herrera et al., 2024). Sin embargo, estos antecedentes regionales no demuestran directamente la presencia de *Gambierdiscus* en el Golfo de Chiriquí o en el Golfo de Panamá, por lo que el índice debe interpretarse como una evaluación del riesgo potencial y no como confirmación de la ocurrencia local de ciguatera.

La mayor disponibilidad de arrecifes, fondos rocosos, escombros coralinos y macroalgas en PTY-3 también contribuye a explicar el mayor valor del índice, debido a que estos organismos son epibentónicos y utilizan diversos sustratos para su establecimiento. En PTY-4 predominan ambientes estuarinos, manglares y fondos blandos, con arrecifes más discontinuos, lo que reduce la disponibilidad relativa de hábitats adecuados. De manera similar, PTY-3 presentó una elevada representación de familias de peces potencialmente vectores, entre ellas Lutjanidae, Serranidae, Carangidae, Sphyrnidae, Balistidae y Muraenidae. La importancia de algunos de estos grupos ha sido confirmada en casos de ciguatera del Pacífico mexicano, particularmente en pargos y meros (Núñez-Vázquez et al., 2019).

La ausencia de brotes documentados en ambas zonas del Pacífico no necesariamente indica ausencia de riesgo, ya que la ciguatera puede estar sub diagnosticada y sub notificada no solo debido a la amplia variabilidad de los síntomas sino también por la limitada disponibilidad de métodos analíticos para confirmar los casos (Friedman et al., 2017; Perkins et al., 2024). Por esta razón, valores epidemiológicos bajos deben interpretarse como insuficiencia de información y no como demostración de la ausencia del fenómeno.

Las diferencias oceanográficas entre ambos golfos también pueden influir en el riesgo. El Golfo de Panamá presenta una intensa surgencia estacional, mientras que el Golfo de Chiriquí mantiene condiciones relativamente más cálidas y estables, características que pueden generar respuestas ecológicas distintas en las comunidades bentónicas (Randall et al., 2020; Rodríguez-Ruano et al., 2023). No obstante, todavía no existe evidencia suficiente para demostrar transporte regular o retención persistente de *Gambierdiscus* entre localidades del Pacífico Oriental Tropical.

Los resultados indican que PTY-3 debería ser considerada una región prioritaria para el monitoreo de ciguatera en el Pacífico panameño. El índice de riesgo para ciguatera debe utilizarse como una herramienta de identificación y priorización de áreas potencialmente vulnerables, que posteriormente debe validarse mediante muestreos periódicos de bentónicos de ciguatera como *Gambierdiscus*, *Fukuyoa* y ahora *Ostreopsis*, identificación molecular de especies y análisis de ciguatoxinas en peces de importancia pesquera.

CONCLUSIÓN

La aplicación del índice de riesgo de ciguatera (CRI) mostró diferencias entre las dos zonas evaluadas del Pacífico panameño. El Golfo de Chiriquí (PTY-3) obtuvo un IRC de 3.20, mientras que para el Pacífico Este (PTY-4) fue de 2.20, con una diferencia de 1.0 unidades entre ambas zonas. En PTY-3, los mayores puntajes correspondieron a la presencia de dinoflagelados bentónicos asociados con ciguatera en áreas cercanas y a la presencia de especies que puedan actuar como potenciales vectores de la intoxicación. Aunque los patrones de circulación pueden favorecer la migración de organismos desde zonas cercanas, no hay evidencia que indique estos patrones ocurren de manera regular y consistente. Por otra parte, las condiciones en PTY-4 no son favorables al establecimiento de bentónicos de ciguatera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chinain, M., Gatti, C. M. i., Darius, H. T., Quod, J. P., & Tester, P. A. (2021). Ciguatera poisonings: A global review of occurrences and trends. *Harmful Algae*, 102, 101873. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2020.101873>
- Fernández-Herrera, L. J., Núñez-Vázquez, E. J., Hernández-Sandoval, F. E., Ceseña-Ojeda, D. O., García-Davis, S., Teles, A., Virgen-Félix, M., & Tovar-Ramírez, D. (2024). Morphological, toxicological, and biochemical characterization of two species of *Gambierdiscus* from Bahía de La Paz, Gulf of California. *Marine Drugs*, 22(9), 422. <https://doi.org/10.3390/md22090422>
- Friedman, M. A., Fernandez, M., Backer, L. C., Dickey, R. W., Bernstein, J., Schrank, K., Kibler, S., Stephan, W., Gribble, M. O., Bienfang, P., Bowen, R. E., & Degrasse, S. (2017). An updated review of ciguatera fish poisoning: Clinical, epidemiological, environmental, and public health management. *Marine Drugs*, 15(3), 72. <https://doi.org/10.3390/md15030072>
- Litaker, R. W., Vandersea, M. W., Faust, M. A., Kibler, S. R., Nau, A. W., Holland, W. C., Chinain, M., Holmes, M. J., & Tester, P. A. (2010). Global distribution of ciguatera causing dinoflagellates in the genus *Gambierdiscus*. *Toxicon*, 56(5), 711–730. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.05.017>
- Litaker, R. W., Holland, W. C., Hardison, D. R., Pisapia, F., Hess, P., Kibler, S. R., & Tester, P. A. (2017). Ciguatotoxicity of *Gambierdiscus* and *Fukuyoa* species from the Caribbean and Gulf of Mexico. *PLOS ONE*, 12(10), e0185776. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185776>
- Núñez-Vázquez, E. J., Almazán-Becerril, A., López-Cortés, D. J., Heredia-Tapia, A., Hernández-Sandoval, F. E., Band-Schmidt, C. J., Bustillos-Guzmán, J. J., Gárate-Lizárraga, I., García-Mendoza, E., Salinas-Zavala, C. A., & Cordero-Tapia, A. (2019). Ciguatera in Mexico (1984–2013). *Marine Drugs*, 17(1), 13. <https://doi.org/10.3390/md17010013>
- Perkins, J. C., Zenger, K. R., Liu, Y., & Strugnelli, J. M. (2024). Ciguatera poisoning: A review of the ecology and detection methods for *Gambierdiscus* and *Fukuyoa* species. *Harmful Algae*, 139, 102735. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2024.102735>

Revista Colegiada de Ciencia. Vol.8, N°1, octubre 2026 – marzo 2027, ISSN 2710-7434

- Randall, C. J., Toth, L. T., Leichter, J. J., Maté, J. L., & Aronson, R. B. (2020). Upwelling buffers climate change impacts on coral reefs of the eastern tropical Pacific. *Ecology*, 101(2), e02918. <https://doi.org/10.1002/ecy.2918>
- Rodriguez-Ruano, V., Toth, L. T., Enochs, I. C., Randall, C. J., & Aronson, R. B. (2023). Upwelling, climate change, and the shifting geography of coral reef development. *Scientific Reports*, 13, 1770. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28489-0>
- Smith, K. F., Rhodes, L. L., Curley, B., Verma, A., Kohli, G., Harwood, D. T., Murray, J. S., Viallon, J., Darius, H. T., Chinain, M., Rongo, T., Hosking, J., Argyle, P. A., Stuart, J., & Murray, S. A. (2026). Risk of ciguatoxins is shaped by *Gambierdiscus* community structure. *PLOS ONE*, 21(1), e0341899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0341899>
- Vargas-Montero, M., Morales, A., & Cortés, J. (2012). Primer informe del género *Gambierdiscus* (Dinophyceae) y otros dinoflagelados bentónicos en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental. *Revista de Biología Tropical*, 60(Suppl. 3), 187–199. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i3.28361>
- Yepes, L. (2025). *Estimación de un índice de riesgo de ciguatera para el Pacífico y el Caribe de Panamá* [Tesis de maestría, Universidad de Panamá]. Repositorio Institucional de la Universidad de Panamá. <https://up-rid.up.ac.pa/11045/>