



# Revista Colegiada de Ciencia

CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE VERAGUAS  
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

<https://revistas.up.ac.pa/index.php/revcolciencia>

vol 2 no 1 octubre 2020



Comunidad coralina en Ensenada de Pixvae

ISSNL 2710-7434

# EL IMPACTO DEL GRUPO DE ACCIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL SOBRE LAS SOCIEDADES ANÓNIMAS EN PANAMÁ.

## *THE IMPACT OF THE INTERNATIONAL FINANCIAL ACTION GROUP ON PANAMANIAN CORPORATION.*

**María Cristina Chen Stanziola**

Universidad de Panamá. Departamento de Derecho Privado, Centro Regional Universitario de Veraguas. Panamá.

[maria.chen@up.ac.pa](mailto:maria.chen@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0002-9592-3638>

### RESUMEN

El objetivo de investigación fue demostrar las transformaciones sufridas por las sociedades anónimas en Panamá, a propósito de la incorporación de nuestro país al Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica, (GAFILAT). Para esto, se seleccionaron las teorías que discuten los hechos a través de libros, sitios web oficiales, leyes y jurisprudencias de la Corte Suprema de Justicia de Panamá. Bajo el amparo del trabajo de gabinete, por observación (registro visual), se compilan los textos y se procede a discriminar las fuentes primarias útiles desde 1927 (Ley sobre sociedades anónimas), hasta el 2019 (Ley de reforma del Código Penal); a seguir, se compulsan los contenidos para deslindar la situación real, y por medio, del análisis documental sistemático, se sintetizan los aportes teóricos para alcanzar los resultados. Los mismos, debidamente referenciados, demuestran la existencia de nuevas y variadas responsabilidades adicionales impuestas a las sociedades anónimas, donde se destaca la implementación de nuevos mecanismos de manejo y control de la información de estos instrumentos financieros, como la política conozca a su cliente, que afectan considerablemente su constitución y funcionamiento.

**PALABRAS CLAVES.** Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica, debida diligencia, sociedades anónimas, régimen de custodia indirecta.

### ABSTRACT

The investigation goal was to explain changes made to corporations in Panama, because of the incorporation of our country to the Latin American Financial Action Group (LAFAG). To these ends, the theories which discuss the events were selected from books, official websites, laws and jurisprudence from the Supreme Court of Justice of Panama. By survey of the works of the cabinet, by observation (visual registry), texts are compiled and immediately designated as the relevant primary sources from 1927 (Law of corporations), to 2019 (Reform law of the Penal Code); then, the contents are scrutinized to deduce the current state, and by way of, systematic document analysis, the theoretical contributions are synthesized to reach findings. These, duly referenced, demonstrate the existence of new and varied additional responsibilities imposed upon corporations, where the implementation of new mechanisms of management and control of information regarding these financial instruments is notable, such as the policy know your client,

that greatly affects its constitution and functioning.

**KEYWORDS.** Latin American Financial Action Group, due diligence, corporation, indirect holding of shares.

Artículo recibido: 12 de junio de 2020

Artículo aceptado: 25 de agosto de 2020

## INTRODUCCIÓN

Se considera importante comunicar los resultados de nuestra investigación, porque constituye no sólo un análisis jurídico-doctrinal de la ley 32 de 1927, sobre sociedades anónimas, sino también, muestra el impacto que las leyes creadas a propósito del ingreso de Panamá al Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica, (GAFILAT), generaron en cuanto a la constitución y manejo de las sociedades anónimas, ofreciendo en consecuencia, un catálogo que permita tanto a los abogados y estudiosos del derecho, una guía del estado actual de este instrumentos de protección financiera.

La regulación de las sociedades anónimas panameñas, se remonta a 1927, a través de la ley 32 de ese mismo año. Debido a su flexibilidad y capacidad de adaptarse a las necesidades de los comerciantes, esta ley ha permanecido con muy pocas modificaciones. Sin embargo, el panorama nacional se vio modificado debido a las presiones que ejerce el Grupo de Acción Financiera Internacional, (GAFI). Panamá, es miembro del Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica, (GAFILAT), desde el año 2010. De acuerdo con la página oficial de este organismo intergubernamental, se define como uno de tipo regional, dedicado a combatir las actividades de terrorismo, lavado de dinero y financiamiento de armas de destrucción masiva. Es así como acerca de su propósito comenta...

El Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica (GAFILAT) es una organización intergubernamental regional que agrupa a 17 países de América del Sur, Centroamérica, América de Norte y el Caribe para prevenir y combatir el lavado de activos, el financiamiento del terrorismo y el financiamiento de la proliferación de armas de destrucción masiva (LA/FT/FPADM), a través del compromiso de mejora continua de las políticas nacionales de prevención y combate a dichos temas, así como la profundización en los distintos mecanismos de cooperación entre los países miembros. (GAFILAT, 2019, p.1).

La entrada de Panamá, en el GAFILAT, ha motivado grandes cambios que repercuten directamente en la forma en la que se constituyen y funcionan, como instrumentos financieros, las sociedades anónimas en Panamá. Sólo por mencionar dos de estos importantes cambios, que se ven reflejados en la ley 2 de 2011, que regula las medidas para conocer al cliente para los agentes residentes de entidades jurídicas existentes, de acuerdo con las leyes de la República de Panamá y en la ley 23 de 2015, diseñada para prevenir el blanqueo de capitales, el financiamiento del terrorismo y el financiamiento de la proliferación de armas de destrucción masiva y dicta otras disposiciones. Esta última, establece la obligación de aplicar la debida diligencia, entendida como aquel conjunto de procesos, que constriñen a los profesionales sujetos a supervisión, incluyendo a los abogados, (catalogados como sujetos no financieros), a establecer procesos de identificación de sus clientes y a su vez, de elaboración de perfiles financieros y transaccionales, de forma tal

que el agente residente, se asegure de la legitimidad de los fondos que utilizan sus clientes, en las transacciones en las que como abogado participa. También son dignos de mención, los cambios generados por la ley 52 de 2016, que establece la obligación de mantener registros contables, para determinadas personas jurídicas y en especial, modifica el artículo 318-A del Código Fiscal y establece sendos procedimientos sancionatorios, para las sociedades que no cumplan con sus obligaciones tributarias, así como la ley 70 de 2019, que reforma el Código Penal e incluye la evasión fiscal como delito, además de imponer multas de hasta tres veces, el importe del tributo defraudado.

Es evidente que a pesar del paso de los años, la ley 32 de 1927, sobre sociedades anónimas, sigue vigente; pero el problema se plantea en términos de pertinencia y eficacia de la figura, en el sentido de determinar si con los nuevos requisitos exigidos, la sociedad anónima panameña sigue siendo un instrumento efectivo y protector de las inversiones y del patrimonio personal de sus accionistas.

Desde el derecho comercial, la sociedad anónima es uno de los mejores productos de exportación de Panamá. Nuestro país, es mundialmente conocido por la flexibilidad y ventajas de las sociedades anónimas, que atraen la inversión de nacionales y extranjeros.

Es importante señalar que las 40 recomendaciones propuestas por Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica, en adelante (GAFILAT), influyen no solamente, sobre la constitución y manejo de las sociedades anónimas en Panamá, sino también en una economía de servicios como la nuestra, por ejemplo, se afecta el sector bancario y afines, (85% de nuestro producto interno bruto), así como la inversión extranjera directa, la Zona Libre de Colón y la calificación de riesgo como inversor.

Panamá ya estuvo en la lista, en el 2014, de países bajo monitoreo y documento de cumplimiento, conocida como la lista gris de GAFI. A pesar de que logra cumplir con 35 de las 40 recomendaciones y salir de esta lista en el 2016, luego de una serie de políticas y leyes encaminadas a cumplir con los 40 estándares o recomendaciones, exigidas por este organismo intergubernamental. Sin embargo, luego de una calificación que se hace el 21 de junio de 2019 por la GAFILAT, Panamá vuelve a entrar en la lista gris.

En este sentido, la investigación planteada, logró demostrar las transformaciones sufridas por las sociedades anónimas en Panamá, a propósito de la incorporación de nuestro país al Grupo de Acción Financiera de Latinoamérica.

## **MATERIALES**

Por ser una investigación cualitativa, se desarrolló bajo el amparo del trabajo de gabinete, por registro visual u observación. Para alcanzar su propósito, se compilan los textos y se procede a discriminar las fuentes primarias, constituidas por leyes, jurisprudencias y textos.

- ✓ Consulta al sitio web oficial de la GAFI, para ubicar la información acerca de las recomendaciones realizadas a los Estados, que impacten directamente el manejo de sociedades anónimas o corporaciones.

- ✓ Identificación y análisis de las leyes que producto del ingreso de Panamá al GAFI, se han aprobado en nuestro país y que afectan directamente la constitución y funcionamiento de las sociedades anónimas. Cabe mencionar entre ellas:
  - ✓ Ley 2 de 2011, que regula las medidas para conocer al cliente para los agentes residentes de entidades jurídicas existentes.
  - ✓ Ley 47 de 2013, que adopta un régimen de custodia aplicable a las acciones emitidas al portador.
  - ✓ Ley 18 de 2015, que modifica artículos de la Ley 47 de 2013, que adopta un régimen de custodia aplicable a las acciones emitidas al portador.
  - ✓ Ley 52 de 2016, que establece la obligación de mantener los registros contables para determinadas personas jurídicas y dicta otras disposiciones.
  - ✓ Ley 70 de 2019, que reforma el Código Penal e incluye la evasión fiscal como delito.
  - ✓ Se realizó un estudio comparativo, que reflejó los cambios en la estructura de la sociedad anónima actualmente.

## PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

A partir de que, la investigación es de tipo cualitativa, con secuencia transversal y de análisis - síntesis teórica, se procede a compulsar los contenidos para deslindar la situación real, y por medio del análisis documental sistemático, sintetizar los aportes teóricos para adquirir los resultados. En consecuencia, se procede a: 1), seleccionar los textos pertinentes desde 1927 (Ley sobre sociedades anónimas), hasta el 2019 (Ley de reforma del Código Penal); 2), clasificar los contenidos en: libros de texto (para documentar las teorías), leyes, jurisprudencias y reglamentaciones que indican los compromisos asumidos por Panamá con el GAFILAT; y, 3), la revisión teórica del fenómeno investigado; la cual permite ponderar las grandes transformaciones sufridas por la sociedad anónima en Panamá, en cuanto a su constitución y manejo, luego de la integración de Panamá al GAFILAT.

En consecuencia, se hace necesaria una sucinta revisión teórica del fenómeno investigado. No sin antes señalar que la sociedad anónima “es una de las instituciones más importantes en el sistema de economía de mercado y puede considerarse como el paradigma de la gran empresa.” (Ruiz, 2018, p.269).

Los orígenes de las sociedades anónimas, se encuentran en dos hitos históricos diferentes. Algunos autores suponen que el origen de las sociedades anónimas, se encuentra en Italia, en donde aparecen las sociedades comerciales entre el Estado y sus acreedores y otros en Holanda, en donde aparece fuertemente ligada al comercio de las Indias orientales y occidentales de principios del Siglo XVII.

Para Goldschmidt, la sociedad anónima es...

Aquella en la cual las obligaciones sociales están garantizadas por un capital determinado y en la que los socios no están obligados sino por el monto de su acción... La responsabilidad de los socios es una responsabilidad por el aporte, no existe frente a los terceros sino respecto a la sociedad. En [con] relación a los terceros el único responsable de las obligaciones sociales es la sociedad. (Goldschmidt, 2001, p. 481).

Garrigues, define sociedades anónimas como “aquella sociedad capitalista que, teniendo un capital propio dividido en acciones, funciona bajo el principio de la falta de responsabilidad de los socios por las deudas sociales”. (Garrigues, 1987, p. 114).

Según Alegre, Berné y Galve, la sociedad anónima... “es una sociedad de responsabilidad limitada, los accionistas responden frente a terceros, solo con el patrimonio de la empresa, quedando a salvo el patrimonio civil de cada uno de ellos”. (Alegre, Berné y Galve, 2008, p. 26).

Las características de las sociedades anónimas son reseñadas a continuación...

1. La S.A pertenece al tipo de sociedades de capital, en las que el socio tiene mayor o menor poder según la aportación que realiza al capital social.
2. Es sociedad por acciones o partes del capital, cuya posesión confiere a su titular la posición de socios.
3. El socio no responde de las deudas sociales...
4. La S.A. puede tener el objeto social que libremente hayan elegido los fundadores, siempre que no sea contrario a la ley, a la moral o al orden público.
5. ...Tendrá carácter mercantil. (Alfonso, 2000, p.40).

Señala la doctrina que la sociedad anónima tiene características que la distinguen y la diferencian de las demás sociedades, formadas a la luz de otras legislaciones y que hacen de ésta una sociedad de tipo sui generis, por la cantidad de adaptaciones de normas norteamericanas.

Estas características son las siguientes...

- 1). Fundadores. Nuestra ley exige como mínimo dos personas mayores de edad, las cuales pueden ser de cualquier nacionalidad, aun cuando no estén domiciliadas en Panamá...
- 2). Capital. No se exige la suscripción del capital, ni tampoco el pago de una suma fija para que la sociedad pueda comenzar a operar...
- 3). Objeto. En este sentido nuestra Ley es amplia. Permite hacer cuanto sea necesario en desarrollo de los objetos enumerados en el pacto social y en general dedicarse a cualquier negocio lícito, aunque no sea semejante a ninguno de los objetos señalados en el pacto social o en sus reformas...
- 4). Directores. No es indispensable que los Directores sean accionistas. Sin embargo, el pacto social puede exigir lo contrario...
- 5). Pacto Social. Puede ser otorgado dentro o fuera de la República, y en cualquier idioma...
- 6). Acciones. Nuestra ley es amplia en este sentido. La Sociedad puede crear y emitir una o más clases de acciones, con las designaciones, preferencias, privilegios, facultad de voto, restricciones o requisitos y otros derechos que su un pacto social determine...
- 7). Voto. Contempla nuestra ley la emisión de acciones sin voto y permite que se requiera el voto de más de la mayoría de cualquier clase de acciones para fines determinados, siempre y cuando así lo señale el pacto social...
- 8). Dignatarios. Una misma persona puede desempeñar dos o más cargos en la Junta Directiva, si así lo dispone el Pacto Social... No es indispensable que los dignatarios sean directores, salvo que el pacto así lo establezca...
- 9). Duración. No se establece límite. Por el contrario, se permite la constitución de sociedades por tiempo indefinido. (Durling, 1986, p. 29).

Referenciaremos brevemente cada una de estas características. Los fundadores, también son conocidos como suscriptores. El artículo 1 de la ley de sociedades anónimas, en concordancia con el artículo 249 del Código de Comercio, establecen que dos o más personas mayores de edad, de cualquier nacionalidad, podrán constituir una sociedad anónima... “Dos o más personas mayores de edad, de cualquiera nacionalidad, aun cuando no estén domiciliadas en la República, podrán constituir una sociedad anónima para cualquier objeto lícito, de acuerdo con las formalidades prescritas en la presente ley”. (Ley 32 de 1927, art. 1).

Por su parte, el Código de comercio establece que “dos o más personas naturales o jurídicas podrán formar una sociedad de cualquier tipo o una o más de ellas podrán ser accionistas, directores, dignatarios, administradores, apoderados o liquidadores de la misma”. (Código de Comercio, 1916, art. 249). Aunque el aporte puede ser en dinero o en bienes susceptibles de una valoración económica “es necesario que el aporte tenga naturaleza patrimonial; sea susceptible de ser inscrito en el balance; pueda ser valorado de acuerdo con criterios objetivos; sea enajenable o negociable.” (Fernández, 1997, p. 143).

En cuanto al capital, es definido como “el monto establecido en el acto de constitución de la sociedad y expresado en moneda de curso legal. El capital social es el elemento esencial, indispensable en toda sociedad mercantil.” (Quevedo, 2004, p. 49). En nuestra ley de sociedades anónimas, no se exige el pago de una cantidad líquida de capital para comenzar a operar. Esta es quizás una de las características, atractivas de nuestra ley, en virtud de que en otras legislaciones se exige el aporte de capital para poder operar.

Exige el artículo 2, numeral 4, de la Ley 32 de 1927, que en el pacto social se indique el monto de este “el monto del capital social y el número y el valor nominal de las acciones en que se divide; y si la sociedad ha de emitir acciones sin valor nominal, las declaraciones mencionadas en el artículo 22 de esta ley”.

El monto del capital social y el valor nominal de las acciones, podrá expresarse en la moneda corriente de la República o en moneda de curso legal de cualquier país, o en ambas, en concordancia con el numeral 6 de ese mismo artículo, que ordena que se indique que en el pacto social, la cantidad de acciones que cada suscriptor conviene en tomar.

Los accionistas son los dueños de la sociedad y la asamblea de accionistas es su órgano máximo, de allí que la asamblea de accionistas es “la reunión de socios o accionistas constituidos en el órgano supremo convocado conforme a la ley o a los estatutos; para tomar decisiones trascendentales en la vida empresarial”. (Ruiz, 2018, p. 16).

En cuanto a los directores, no es necesario que sean accionistas, así como tampoco se entienden remunerados sus servicios. Al respecto, la Corte Suprema de Justicia, señaló que “debe inscribirse previamente en el Registro Público, el cambio de Directores de la Compañía para saberse si los que actúan como tales lo son realmente o no.” (Corte Suprema de Justicia de Panamá. Sala de lo Civil. 20 de marzo de 1931).

En el tema accionario “la adquisición de acciones de una sociedad, implica la aceptación de los estatutos sociales, de los acuerdos adoptados en la junta de accionistas y la de pagar las cuotas insolutas en el caso de que las acciones adquiridas no estén pagadas en su totalidad.” (Castro y Urzua, 1991, p.188). Las acciones tienen un tratamiento amplio en nuestra ley de sociedades anónimas, en donde se establece que la sociedad puede crear y emitir todo tipo de acciones e inclusive, permitir las acciones con voto plural que se encuentran prohibidas en otras legislaciones y también, permite la emisión de acciones sin valor nominal. En el voto se contempla también, la emisión de acciones sin derecho a voto y el voto acumulativo.

En cuanto los dignatarios, una misma persona pueden desempeñar dos o más cargos en la junta directiva y no es indispensable que los dignatarios sean directores, salvo que el pacto social así lo establezca.

En nuestra ley de sociedades anónimas, se exige como mínimo tres dignatarios: un presidente, un secretario y un tesorero, los cuales son designados por la junta directiva...

La sociedad anónima tendrá un Presidente, un Secretario y un Tesorero que serán elegidos por la Junta Directiva; y podrán también tener todos los dignatarios, agentes y representantes que la Junta Directiva, los estatutos o el pacto social determinen, y que serán electos de la manera que en ellos se establezca. (Ley 32 de 1927, art.65).

En cuanto a la duración, no se establece límite en nuestra ley de sociedades anónimas. La ley de sociedades anónimas, permite la creación de sociedades anónimas, sin que tanto directores como dignatarios, se encuentren domiciliados en la República de Panamá.

Toda sociedad anónima, debe tener un agente registrado en la República de Panamá, el cual podrá ser una persona natural o jurídica. (Ley 32 de 1927, art. 2, numeral 7). De forma tal que la redacción de la norma permitía que cualquier agente, persona natural o jurídica, independientemente de su profesión, ejerciera las funciones de agente residente de una sociedad anónima. No es hasta la expedición del Decreto 147 de 1966, que se estableció la obligación de que dicho agente, fuese un abogado o una firma de abogados, que llevará esta representación, en el entendimiento de que dicha representación, se hacía en nombre de otra persona y por lo tanto, debía ser una representación idónea. De acuerdo con el Decreto Ejecutivo 468 de 1994, por el cual se asignaban obligaciones y se establecían responsabilidades del agente registrado o residente de las sociedades anónimas, se obligaba a todos los abogados y firmas de abogados, a conocer al cliente y mantener un registro con la información de sus clientes, suficiente para identificarlo, ante las autoridades competentes, si así fuera requerido. Sobre todo, dicha obligación estuvo encaminada a vincular al abogado, con la obligación de suministrar la información requerida en el curso de investigaciones penales, relacionadas con lavado de dinero y narcotráfico. Obligación que fuera reforzada, con la política conozca a su cliente contenida en la Ley 2 de 2011. Por ser uno de los requisitos de constitución de las sociedades anónimas, se hace necesario contratar los servicios jurídicos y a partir de allí, se inicia la relación profesional. Este ha sido el criterio de nuestro máximo tribunal de justicia, que ha señalado: Como se advierte no solo existe la relación cliente-abogado por haberse otorgado Poder, sino también en aquellos casos en el que se haya gestionado la constitución de una sociedad, su inscripción y demás diligencias que la misma conlleve. Adicional, al hecho que se haya incluido como agente residente. (Corte Suprema de Justicia de Panamá. Sala Cuarta de Negocios Generales. 11 de mayo de 2015. MP. Luis Ramón Fábrega).

## RESULTADOS

Del análisis de todas las leyes que a propósito de incorporación de Panamá, al GAFILAT se han generado en nuestro país, se obtienen los siguientes resultados. En el marco regulatorio, tenemos: Ley 47 de 2013, que crea un régimen de custodia de las acciones al portador; la ley 18 de 2015, modifica la ley 47 de 2013; la Ley 52 de 2016, que establece la obligación de mantener

registros contables para determinadas personas jurídicas y dicta otras disposiciones; Decreto Ejecutivo 258 de 2018, que reglamenta la referida ley 52 y la Ley 70 de 2019, que reforma el Código Penal y dicta otras disposiciones.

Mediante ley 47 de 2013, se adopta un régimen de custodia aplicable a las acciones al portador. En el artículo 1, señala que la misma tiene por objeto, adoptar un régimen de custodia de los certificados de acciones emitidas al portador. Asimismo, se establecen las definiciones, rescatando dentro de las importantes, aquella que en el numeral 5, define el custodio autorizado en los siguientes términos “el custodio local autorizado o el custodio extranjero autorizado de los certificados de acciones emitidas al portador”. (Ley 47 de 2013, art. 2).

El artículo 3, afirma que a partir de su vigencia, todo propietario de acciones emitidas al portador, deberá designar un custodio autorizado, para que mantenga en custodia los certificados de acciones al portador y en el artículo 5, establece la obligación del propietario de las acciones al portador, de entregar al custodio autorizado las acciones, junto con la declaración jurada que establece la ley, en un plazo no mayor de 20 días, contados a partir de la aprobación de la emisión de las acciones al portador.

Este mismo artículo, señala que el propietario de acciones al portador, debe proporcionar a la sociedad emisora, los siguientes datos: nombre completo del custodio autorizado, su dirección física y los datos de una persona a la que la sociedad emisora podrá contactar en caso de ser necesario, con indicación de número de teléfono y dirección de correo electrónico o número de fax.

De acuerdo con este régimen, podrán actuar como custodios tanto los locales como extranjeros autorizados. Catalogando como custodios locales autorizados, (Ley 47 de 2013, art. 6), los siguientes:

- ✓ Los bancos de licencia general.
- ✓ Las fiduciarias establecidas en la República de Panamá y reguladas por la Superintendencia de Bancos de Panamá.
- ✓ Las Casas de Valores y Centrales de Valores, establecidas en la República de Panamá y reguladas por la Superintendencia del Mercado de Valores de Panamá.
- ✓ Los abogados que se encuentren inscritos, ante la Sala Cuarta de Negocios Generales de la Corte Suprema de Justicia de Panamá, la cual llevará un registro especial para tal efecto.

Asimismo, se establece la obligación de que tanto la Superintendencia de Bancos, o la de Valores y la Corte Suprema de Justicia de Panamá, mantengan el registro de los custodios locales autorizados, certificando quiénes pueden realizar esta función y manteniendo en su página web, una lista actualizada de todos los custodios locales de tales acciones.

Los custodios extranjeros autorizados, (Ley 47 de 2013, art.7), son aquellos bancos, fiduciarias y los intermediarios financieros, que cuenten con licencia para el ejercicio de la actividad, establecida en jurisdicciones miembros del Grupo de Acción Financiera Internacional sobre Lavado de Dinero o de sus miembros asociados, que se encuentren inscritos ante la Superintendencia de Bancos de Panamá.

De igual forma, contempla en sus artículos 8 y 9, la información que debe ser proporcionada por el propietario de acciones al portador, que consiste básicamente, en proporcionar una declaración jurada, por parte del propietario de las acciones emitidas al portador, en las que conste su nombre completo, nacionalidad o país de incorporación, número de cédula, número de

pasaporte vigente o datos de incorporación, dirección física, número de teléfono y dirección de correo electrónico o número de fax.

Por su parte, la Ley 52 de 2016, que establece la obligación de mantener registros contables para determinadas personas jurídicas y dicta otras disposiciones, entre las principales imposiciones a las sociedades anónimas panameñas, se encuentra la de obligar a las personas jurídicas independientemente de que realicen o perfeccionen actividades fuera de la República de Panamá, aquí lleven registros contables y mantener su documentación de respaldo en la República de Panamá. El agente residente deberá custodiar estos registros contables por un periodo no menor de cinco años, contados luego de que las transacciones fueron realizadas o del último día del año calendario en el cual la persona jurídica cese sus operaciones. (Ley 52 de 2016, art. 1).

Dentro de las disposiciones adicionales, se modifica por medio de esta ley, el artículo 318-A del Código Fiscal de la República de Panamá, se impone la obligación al agente residente, de pagar todos los años las tasas únicas anuales de las sociedades anónimas que representa, para lo cual deberá mediante declaración jurada en la Dirección General de Ingresos, del Ministerio de Economía y Finanzas, en donde conste la fecha de constitución de la sociedad, para efectos del cómputo del pago de las obligaciones fiscales. En el evento en que por falta de pago de la tasa única anual, o de cualquier multa o sanción pecuniaria impuesta por la ley, se limitarán derechos a las personas jurídicas tales como: la no expedición de certificados de junta directiva por parte del Registro Público y en caso de ser solicitadas por terceros, para demandar a la sociedad, se indicará que dicha sociedad se encuentra en estado de morosidad.

En caso de que la sociedad incurra en morosidad en el pago de la tasa única, por un periodo de tres años consecutivos, la Dirección General de Ingresos del Ministerio de Economía y Finanzas, emitirá una orden en la que suspenderá los derechos corporativos a dicha persona jurídica, trayendo como consecuencia la imposibilidad de iniciar procesos legales, realizar negocios o disponer de sus activos; de formular reclamos en sede judicial, de realizar actuaciones corporativas que resulten obligantes a dicha persona jurídica. Una vez inscrita la suspensión de la persona jurídica en el Registro Público, ésta contará con un plazo de dos años para ser reactivada. En cuyo caso recobrará su capacidad y podrá reanudar sus actividades. De lo contrario, luego del período de dos años señalado en la ley, si la sociedad no es reactivada, se procederá con la cancelación definitiva y en consecuencia, se iniciará el proceso de disolución.

Esta ley 52 de 2016, fue reglamentada mediante Decreto Ejecutivo 258 de 2018 y dentro de las principales reglamentaciones de este Decreto, impone a las personas jurídicas, llevar su registro contable de acuerdo con las Normas Internacionales de Información Financiera, que emita el Consejo de Normas Internacionales de Contabilidad, las cuales deberán ser preparadas y refrendadas por un contador público autorizado la República de Panamá.

Ley 70 de 2019, que reforma el Código Penal y dicta otras disposiciones, se tipifican los delitos contra el Tesoro Nacional y en el artículo 288-G del Código Penal, se establece la conducta punitiva de quien en beneficio propio o de un tercero y con intención incurran defraudación fiscal contra el Tesoro Nacional de la República de Panamá. Con una pena de prisión de dos a cuatro años, sólo aplicable cuando el monto defraudado del tributo, sea igual o superior a 300,000.00 dólares. De igual manera, el artículo 288-J de dicho Código Penal, exime de la pena a quien pague el monto de la obligación tributaria defraudada, antes de la sentencia de primera instancia. Lo que sin duda afecta la constitución y manejo de sociedades anónimas en Panamá.

## DISCUSIÓN

Los resultados indican que existen grandes modificaciones en cuanto a la constitución y funcionamiento de las sociedades anónimas en Panamá. Antes de la llegada del GAFILAT, sólo se exigía cumplir con los requisitos de la ley 32 de 1927 sobre sociedades anónimas, que era conocida por su flexibilidad y que le permitía a la sociedad funcionar sin ningún tipo de control acerca de sus operaciones, accionistas ni mayores responsabilidades para el agente residente, que era un abogado o una firma de abogados. Lo anterior, debido a que además de la Ley 32 de 1927 sobre sociedades anónimas, existía el Decreto 147 de 1966, que estableció la obligatoriedad de que el agente residente fuera un abogado o una firma de abogados. Posteriormente, con el Decreto Ejecutivo 468 de 1994, se le asignan algunas responsabilidades a la gente residente, en el sentido de llevar un registro que permitiese la identificación de sus clientes, en caso de requerirlo las autoridades, en temas relacionados con lavado de dinero y narcotráfico.

Luego de que Panamá ingresase en el GAFILAT, en el año 2010, se inician unas transformaciones a la figura, producto de las obligaciones asumidas por el Estado panameño, que debe cumplir con las recomendaciones y hacer sus ajustes internos, en aras de obtener una buena calificación. Estos ajustes inician con la Ley 2 de 2011, que establece la política conozca a su cliente, impidiendo que se brindara servicios legales a personas no identificadas plenamente. El panorama se pone mucho más estricto y realmente empieza afectar la constitución y funcionamiento de las sociedades anónimas, cuando se expiden sendas leyes que condicionan el funcionamiento de este instrumento financiero. Es así como la Ley 47 de 2013, establece la inmovilización de las acciones al portador, trayendo como consecuencia la necesidad de llevar un registro de los accionistas al portador, a través de un custodio autorizado de acciones, que debe estar registrado en la institución estatal que corresponda, de forma tal que pueda ser sujeto de sendas inspecciones y en caso de no cumplir, se pueda cancelar la acción o cancelar la sociedad anónima, en caso de renuencia de esta última.

Con la llegada de la Ley 52 de 2016, se establecen obligaciones adicionales a las sociedades anónimas panameñas, en el sentido de imponerle que los registros contables estuviesen en la República de Panamá, y la obligación de que el abogado o agente residente custodie los registros contables por un periodo no menor de cinco años, luego de ejecutarse las transacciones. Se modifica también con esta ley, el código Fiscal de la República de Panamá y se impone al agente residente, la obligación de fiscalizar que las sociedades anónimas, paguen los impuestos y las tasas únicas de funcionamiento y en caso de morosidad por tres años consecutivos, se procede a suspender los derechos corporativos de la sociedad anónima y posteriormente a esta declaratoria y si en el plazo de dos años no se reactiva, se ordena la cancelación de dicha sociedad en el Registro Público. Esta ley es reglamentada por el Decreto Ejecutivo 258 de 2018, que impone además, la obligación de que los registros contables se refrenden por un contador público autorizado y que en el evento de que estén en otro idioma, sean traducidos al español. Con una modificación importante, es que las sociedades están obligadas a conversar los libros en la República de Panamá, así realicen operaciones fuera de la República. Haciendo nuevamente responsable a los agentes residentes del cumplimiento de esta obligación, por parte de las sociedades anónimas.

Finalmente, la Ley 70 de 2019 modifica el código penal y establece nuevos delitos. En este caso, la defraudación fiscal en contra del tesoro nacional, con una pena de prisión de dos a cuatro años para el caso de evasiones fiscales superiores a los 300,000 dólares.

Con este panorama, es evidente que la constitución y el funcionamiento de las sociedades anónimas, ya no queda en la esfera privada de los accionistas; sino que el Estado cada día más, tiene injerencia en los procesos internos del funcionamiento de la sociedad, a fin de garantizar que el desarrollo de las actividades que se realicen dentro de una sociedad anónima en Panamá, no solamente sean lícitas; sino que cumplan con la total identificación de sus accionistas y de sus clientes. Es decir, con el deber de contener la mayor información actualizada posible, para poderla brindar a los autoridades competentes, en caso de ser requeridos. De forma tal que se acabó con el secretismo que anteriormente caracterizaba a la sociedad anónima en Panamá y en donde era común antes de nuestro ingreso al GAFILAT, que una vez creada la sociedad, no existían ningún tipo de controles y que pasaba en la sociedad anónima, quedaba al arbitrio y responsabilidad de sus dignatarios y accionistas. Luego de nuestro ingreso al GAFILAT, el agente residente de la sociedad anónima, tiene un cúmulo de responsabilidades, tales como: como ser garantes del pago de los impuestos, tasas y contribuciones de la sociedad, custodiar los registros de acciones e información contable, todo esto con el propósito de evitar actividades de evasión fiscal, de lavado de dinero y de financiamiento de actividades terroristas, propósito fundamental de la ley 47 de 2013 y que refleja gran parte del paquete de compromisos asumidos por Panamá al ingresar al GAFILAT.

Los resultados obtenidos, ponen de manifiesto la existencia de nuevas y más exigentes reglas en cuanto a la constitución y funcionamiento de las sociedades anónimas en Panamá, que son de obligatorio cumplimiento y que se traducen en reglas precisas de control de las actividades de las sociedades anónimas en Panamá, que sin duda, le imponen nuevas responsabilidades en cuanto al manejo de la información y de la licitud de los fondos con los que opera, identificación de los accionistas y clientes, pago de los impuestos y cooperación con las autoridades, tanto nacionales como extranjeras.

## **CONCLUSIONES**

Al concluir nuestra investigación, podemos señalar que se comprobó nuestra hipótesis de investigación, ya que pudimos corroborar que las sociedades anónimas son un valioso instrumento de planificación patrimonial y que en los últimos años, las leyes adoptadas para cumplir con los compromisos internacionales, han desdibujado a la sociedad anónima, para convertirla en una herramienta altamente fiscalizada y con grandes responsabilidades para los agentes residentes. Lo que, sin duda, repercutirá negativamente en su utilización en los próximos años.

El Estado panameño, debe propiciar un acercamiento con el GAFILAT, a fin de que cambie la imagen de Panamá, considerada como un paraíso financiero, visión que no es cónsona con la realidad, dada las grandes reformas tributarias que ha sufrido el país y considerando que el grueso del ingreso del gobierno central, corresponde al pago de los impuestos.

Se debe potenciar la función que, para la economía nacional, cumplen las sociedades anónimas como instrumento financiero, que no debe ser vista como un mecanismo para evadir obligaciones tributarias y con terceros.

Sin duda alguna, el éxito en cuanto a sociedades anónimas, dependerá de una campaña cultural de educación y concienciación, tanto de la población como de los sujetos financieros obligados, incluyendo a los abogados, que deberán ser conscientes del gran papel que cumplen en cuanto al funcionamiento de las sociedades anónimas y en mantener mayor transparencia en el manejo de la información de sus clientes, de forma tal que puedan brindarles a las autoridades toda la colaboración pertinente. Se imponen seminarios de capacitación, para los abogados y sujetos financieros obligados, para que conozcan la procedencia de los fondos que sus clientes administran, la legalidad de sus actividades y la veracidad de las informaciones que proporcionan. Así como la necesidad del pago puntual de todas las obligaciones tributarias y de brindar a las autoridades la debida diligencia.

## REFERENCIAS

- Alegre, L., Berné, C. y Galve, C. (2008). *Fundamentos de la economía de la empresa: perspectiva funcional*. (3ª ed.). Madrid, España: Editorial Ariel.
- Alfonso, F. (2000). *La empresa informativa*. (2ª ed.). Madrid, España: Editorial Ariel.
- Castro, H. y Urzua, C. (1991). *Sociedades anónimas y valores: compendio de la legislación y jurisprudencia*. (3a ed.). Santiago, Chile: Editorial Jurídica de Chile.
- Decreto Ejecutivo 468 de 1994, por el cual se asigna obligaciones y se establece responsabilidades del agente o residente de las sociedades anónimas. Gaceta Oficial 22,630, Panamá, República de Panamá, 26 de septiembre de 1994.
- Decreto Ejecutivo 258 de 2018, que reglamenta la ley 52 de 27 de octubre de 2016, que establece la obligación de mantener registros contables para determinadas personas jurídicas y dicta otras disposiciones. Gaceta Oficial 28,612, Panamá, República de Panamá, 14 de septiembre de 2018.
- Durling, R. (1986). *La sociedad anónima en Panamá*. Panamá: Librería Preciado.
- Fernández, I. (1997). *Aportaciones no dinerarias en la sociedad anónima*. Madrid, España: Aranzadi Editorial.
- GAFILAT. (2019). Quienes somos. Recuperado de: <https://www.gafilat.org/index.php/es/gafilat/quienes-somos/organismo-internacional>.

- Garrigues, J. (1987). *Curso de derecho mercantil*. Tomo II. Bogotá, Colombia: Editorial Temis.
- Goldschmidt, R. (2001). *Curso de derecho mercantil*. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela.
- Ley 2 de 1916, que aprueba el Código de Comercio Gaceta Oficial 2,418. Panamá, República de Panamá, 4 de septiembre de 1916.
- Ley 32 de 1927, sobre sociedades anónimas Gaceta Oficial 25,067. Panamá, República de Panamá, 16 de marzo de 1927.
- Ley 8 de 1956, que aprueba el Código Fiscal Gaceta Oficial 12,995. Panamá, República de Panamá, 29 de junio de 1956.
- Ley 14 de 2007, que aprueba el Código Penal Gaceta Oficial 25,796. Panamá, República de Panamá, 22 de mayo de 2007.
- Ley 2 de 2011, que regula las medidas para conocer al cliente para los agentes residentes de entidades jurídicas existentes de acuerdo con las leyes de la República de Panamá. Gaceta Oficial 26,713-C, Panamá, República de Panamá, 1 de febrero de 2011.
- Ley 47 de 2013, que adopta un régimen de custodia aplicable a las acciones emitidas al portador. Gaceta Oficial 27,346-C, Panamá, República de Panamá, 6 de agosto de 2013.
- Ley 18 de 2015, que modifica artículos de la Ley 47 de 2013, que adopta un régimen de custodia aplicable a las acciones emitidas al portador. Gaceta Oficial 27,766-B, Panamá, República de Panamá, 23 de abril de 2015.
- Ley 52 de 2016, que establece la obligación de mantener registros contables para determinadas personas jurídicas y dicta otras disposiciones. Gaceta Oficial 28,149-B, Panamá, República de Panamá, 28 de octubre de 2016.
- Ley 70 de 2019, que reforma el Código Penal y dicta otras disposiciones. Gaceta Oficial 28705-A. Panamá, República de Panamá, 01 de febrero de 2019.
- Panamá. Corte Suprema de Justicia de Panamá. Sala Cuarta de Negocios Generales. 11 de mayo de 2015. MP. Luis Ramón Fábrega.
- Panamá. Corte Suprema de Justicia de Panamá. Sala de lo Civil. 20 de marzo de 1931. MP. s/d.
- Quevedo, I. (2004). *Derecho mercantil*. (2<sup>a</sup> ed.). México: Pearson Educación.

Ruiz, R. (2018). *Asamblea de socios y accionistas en las sociedades mercantiles. Procedimientos, errores más comunes y consecuencias jurídicas*. (4a ed.). México: Ediciones Fiscales ISEF.

# LA LINGÜÍSTICA Y LA PRODUCCIÓN DEL TEXTO ESCRITO EN LOS ESPACIOS VIRTUALES

*The linguistics and production of the written text in virtual spaces*

**Franklin Esteban Jaén**

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de San Miguelito, Facultad de Humanidades. Panamá

[franklinjaen-12@hotmail.com](mailto:franklinjaen-12@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-8032-3405>

## RESUMEN

En este artículo se analiza el significado de la lingüística y la producción del texto escrito en los espacios virtuales. Es una investigación documental, con diseño bibliográfico, referido al paradigma cualitativo, de carácter analítico-interpretativo. El método utilizado fue el hermenéutico, las técnicas de recolección de información: observación documental y resumen analítico, instrumentos: fichas, dispositivos electrónicos y matriz de análisis; análisis de datos: círculo hermenéutico de Guba y Lincoln, posteriormente, los datos fueron categorizados facilitando el proceso de teorización. Como consideraciones finales se plantea que se han incorporado códigos que han impactado la lingüística en la producción escrita que se desarrolla en los espacios virtuales tales como internet, chat, facebook, entre otros. Estas modificaciones son evidentes resaltando que se ha perdido la utilización de las vocales, la acentuación, los signos de puntuación con una transformación del lenguaje en los espacios que permiten la escritura en este paradigma de las tecnologías de la información y comunicación.

**PALABRAS CLAVES.** Lingüística, texto escrito, espacios virtuales, lenguaje, ciberlenguaje.

## ABSTRACT

This article discusses the meaning of linguistics and the production of text written in virtual spaces. It is a documentary research, with bibliographic design, referring to the qualitative paradigm, of an analytical-interpretive character. The method used was hermeneutics, information collection techniques: documentary observation and analytical summary, instruments: tabs, electronic devices and analysis matrix; data analysis: Guba and Lincoln hermeneutic circle, subsequently, the data were categorized facilitating the theorization process. As final considerations it is proposed that codes have been incorporated that have impacted linguistics on the written production that takes place in virtual spaces such as internet, chat, facebook, among others. These modifications are evident highlighting that the use of vowels, accentuation, punctuation have been lost with a transformation of language in spaces that allow writing in this paradigm of information and communication technologies has been lost.

**KEYWORDS.** Linguistics, written text, virtual spaces, language, cyberlanguage.

Artículo recibido: 23 de agosto de 2020

Artículo aceptado: 14 de septiembre de 2020

## INTRODUCCIÓN

El avance de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), a nivel mundial, ha impactado en diferentes escenarios tanto sociales, económicos, políticos como educativos. Así, los procesos del lenguaje y, en particular de la escritura, se han visto notoriamente influenciados por el fenómeno de la virtualidad, tanto en el desarrollo de las competencias inherentes a este, como en la producción, difusión y recepción de los textos. Por consiguiente, se dinamizan una serie de operaciones sociocognitivas para el acceso, la transformación, generación y socialización de este conocimiento. Entendiendo, que para concretizar la dimensión textual escrita no solamente se depende de la apropiación de los nuevos medios y del nivel de literacidad electrónica, sino también del dominio de la lengua, la comunicación, los géneros discursivos y tipo de texto. (Carvajal López, 2015, p.12 ). Desde esta perspectiva la producción escrita implica la creación de ambientes y herramientas que propicien la construcción, la manipulación, circulación eficiente de los textos y, la creación de comunidades de aprendizaje mediante la interacción social.

Por otra parte, el texto escrito, está condicionado por el universo del discurso, es decir, por el sistema ecuménico de significaciones al que pertenece determinando así su validez y sentido. De allí, resulta importante entender que la lingüística textual escrita no solo debe considerarse como un conjunto de frases y párrafos con determinada estructuración, sino que visualiza al texto como la unidad fundamental del lenguaje con sentido comunicativo (Carvajal López, 2015, p.21 ). Es decir, la distribución de los enunciados que forman el texto escrito está en relación con los temas, subtemas y cambios que se dan en interdependencia con el contexto. Además, debe atender a los elementos que se vincula permitiendo la coherencia de los enunciados, según D'Sousa Carmet, (2015), son parte de éstos “la ortografía; puntuación; uso de preposiciones, adverbios y artículos definidos e indefinidos; el empleo de los pronombres relativos; las concordancias gramaticales; el uso de la subordinación sintáctica y la propiedad léxica, todo ello dando coherencia local al texto” (p. 34). En consecuencia, se genera sentido y cohesión en la secuencia de proposiciones organizadas sintáctica y semánticamente con propósitos comunicativos.

Sobre esto resalta Mongada Ostios (2015) que “los sistemas de escritura proporcionan un modelo para la lengua y el pensamiento, por lo que, la conciencia de la estructura lingüística es un producto de esta, no una condición previa a su desarrollo” (p. 33). Se entiende que, no hay un solo tipo de cultura escrita, sus usos y diferentes grados de importancia se circunscriben al contexto en el que se desarrolla por lo que la producción textual escrita obedece a propósitos comunicativos y lingüísticos diversos.

En cuanto a los entornos virtuales, estos representan espacios de comunicación abiertos de interconexión a través de ordenadores o dispositivos, así como de memorias informáticas condicionando la producción escrita, ya que, existe una relación entre esta práctica y el soporte en el cual se subscribe, generando una sinergia en la que el escritor interactúa alternativamente como emisor y receptor, haciendo uso del lenguaje como tal y, de las habilidades comunicativas. De lo anterior indica Carvajal López (2015) que:

La escritura asociada a la tecnología de la comunicación comprende dos dimensiones: la material, constituida por la herramienta, los aparatos, la conectividad, los sistemas de información y, otra inmaterial, representada por los conocimientos que la produjeron y aquellos necesarios para su uso y funcionamiento, ambas permeándose mutuamente. (p. 44)

Por consiguiente, el propósito de la producción escrita opera desde una lógica propia e inexorable que deviene de manera incontrolable de los espacios y herramientas virtuales, enmarcados en una dinámica sociocultural asociada a la práctica y uso específico.

Se tiene a Riascos Diaz (2015) en su trabajo titulado “El lenguaje y cibertexto”, una investigación de tipo documental, indica que:

La categoría denominada cibertexto, es entendida como el discurso generado en espacios virtuales en el que confluyen el texto, la imagen, el sonido y, la infografía; todos como elementos que se articulan para dar paso a una unidad con sentido completo, no lineal, estructurada con enlaces y que posee una marcada esencia social al ser completada por el propio usuario/lector quien busca la información a la medida de sus necesidades e intereses (p.35).

Se entiende que, en este ciberlenguaje como forma de propiciar la producción escrita, se presenta una variabilidad de la gestión lingüística en función de la forma y modos de presentación del discurso escrito. Surgiendo una adecuación del lenguaje, del género discursivo y de otros rasgos lingüísticos de acuerdo con el contexto en el que se produzca.

Por otra parte, Mujica Santos (2017) en su investigación denominada “El modelo contextual interaccionista y las estrategias metalingüísticas en el cibertexto” estudio de carácter descriptivo que permitió presentar las principales características del cibertexto dentro de la producción escrita virtual indicando que estas corresponden a:

- La multimedialidad, entendida como la capacidad de procesar y difundir mensajes que integran diversos códigos lingüísticos textuales, visuales y sonoros que gozan de unidad de contenido comunicativa, evidenciando la retórica del lenguaje y convirtiéndose en signos eficaces de transmisión siempre que sean adecuadamente utilizados. Esta propiedad es equivalente a la coherencia y cohesión en la escritura análoga impresa.
- La interactividad, recupera la dimensión participativa entre el escritor y el lector, la producción escrita se convierte en un diálogo, permitiendo que la visión del texto escrito evolucione en un espacio donde la información cuenta con una multiplicidad de formas en la que puede presentarse logrando varios sentidos en su construcción y decodificación.
- Hipertextualidad; entendida como un sistema de organización y presentación del texto escrito, basada en la vinculación de documentos o fragmentos de éstos (textuales o gráficos) en cualquier morfología digital: texto, imagen, audio, vídeo y, otras aplicaciones capaces de generar un contenido dinámico, lo que permite acceder a la información no necesariamente de forma secuencial. (p. 47)

De esta manera, las transformaciones en los modos de escribir a partir de la confluencia en el espacio virtual orientan a plantear su significado, identificando los conocimientos procedimentales de la cultura escrita desde la dimensión lingüística; entendiendo que ésta última hace referencia a la naturaleza misma del enunciado, es decir, a su estructura superficial, la cual es configurada por relaciones sintácticas y semánticas que rigen su producción. (Malavé Enriquez, 2016, p. 33 )

En cuanto a las técnicas para presentar la producción escrita en espacios virtuales Ponte Villareal (2016), en su trabajo titulado “El discurso escrito digital”, investigación de carácter descriptivo, analiza las más relevantes

1. Claridad: Esto significa precisión y nitidez, debe explicar claramente el mensaje o ideas centrales de la información, por lo que se requiere evitar el lenguaje relativo, complejo o con excesiva tecnicidad. Se recalca la forma de presentación sencilla y progresiva del contenido para mantener la atención e interés del lector.
2. Extensión: Evitar la sobrecarga informativa, utilizando como máximo 8 líneas por párrafo. Se debe mantener parámetros en el manejo del contenido escrito para orientar el mensaje.
3. Estructura: El contenido debe estar guiado por una lógica la cual facilite y oriente la navegación a través de enlaces y dentro del mismo texto. Además, esta organización fomenta el desarrollo de procesos lógicos del pensamiento del lector, a través de un texto principal del contenido, seguido por la presencia de ideas claves, fragmentos aclaratorios, entre otros y, un bloque textual de síntesis que recoge las ideas centrales en forma resumida.
4. Elementos lingüísticos: El ciberespacio posee una marcada división lingüística. Se debe entender que las modificaciones encontradas ocurren principalmente por dos motivos: creatividad del escritor y la necesidad de rápida comunicación, por lo que organizar el contenido dentro de un texto, considerando la dimensión lingüística en su totalidad, es un punto de cuidado y atención, aunque parezca evidente, esta consideración, en oportunidades, se pasa por alto lo que perjudica que un contenido de valor alcance al final los objetivos deseados. La red ofrece un nuevo entorno para el lenguaje, más dinámico que el discurso escrito tradicional (p. 44).

De esta manera, el texto escrito en los espacios virtuales requiere de ciertas condiciones que le permitan ser lo más conversacional posible, establecer la empatía adecuada de forma que el lector no se pierda en lo que se expresa. La claridad, el manejo adecuado de las incidentales y sintaxis lineal como herramientas infaltables; asimismo la brevedad con contenido y la explicación sin fatiga. Para ello, se requiere cuidar el exceso de sustantivos y adjetivos, además de las expresiones ambiguas. Todo esto contribuye a una producción escrita atractiva y efectiva en el escenario de la virtualidad.

No obstante, a pesar de existir autores y literatura a favor del tema de la producción del texto escrito en los espacios virtuales, se encuentran de igual manera, otros detractores que expresan que el estilo de producción lingüística escrita rápida que caracteriza a la virtualidad ha generado el empleo de diversas e intencionadas modalidades de escritura o heterografías que en general deforman el lenguaje. Así lo señala el estudio titulado “La conciencia de la estructura lingüística escrita en la virtualidad”, investigación descriptiva que concluye que la producción textual escrita en los diferentes espacios virtuales, tales como: correos electrónicos, la world wide web, chats, blogs, mensajes instantáneos, whassap y mucho más, desdibujan el ámbito lingüístico en su configuración y, en algunos casos, pasan a tener menor consistencia, interesándose el lector más por el significado del contenido que por la dimensión pragmática del lenguaje como tal, estas presencias difusas son: el carácter ortográfico, sintáctico, textualidad, estructuración del texto, dificultades de estilo y vocabulario. (Mongada Ostios, 2015, p.32)

Indica Terrado Cárdenas (2015) en su trabajo titulado “El español en el ciberespacio: Creación y cambios culturales” que:

En la producción textual escrita el lenguaje digital cuenta con una sintaxis sumamente compleja y poderosa, pero carece de una semántica adecuada en el campo de la relación. Priva la economía de las palabras, y la urgencia en hacerlas llegar pronto al destinatario. [...] La mayoría de los textos de las redes sociales, por el contrario, son breves, espontáneos, cortos y poco meditados. Es el triunfo de la inmediatez comunicativa frente a la reflexión intelectual. Es el triunfo de la escritura del SMS y, no del texto narrativo. (p. 77).

Se afirma que, la producción textual escrita digitalmente desdibuja el sentido lingüístico, esto por la brevedad del mensaje, no siguen las reglas ortográficas ni de redacción, utilizan acrónimos, elementos y abreviaturas no gramaticales, solo por similitud fonética o signos no fonéticos como los emoticones; se observa una mayor informalidad y proximidad con el habla que las características de la escritura formal análoga o impresa.

Con base a lo planteado, surge el interés de estudio que tiene como objetivo analizar el significado de la lingüística y la producción del texto escrito en los espacios virtuales, entendiendo que es una actividad compleja en la cual se requiere la organización jerárquica de los contenidos semánticos para lograr transcribirlos en una ordenación lingüística no lineal, pero que, sin embargo, plantea a los usuarios de la escritura nuevos retos, exigencias y posibilidades.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El componente metodológico de la investigación remite a la aplicación del paradigma cualitativo, atendiendo a lo indicado por (Martínez, 2015) corresponde a “una actividad sistemática orientada a la comprensión de fenómenos mediante el estudio interpretativo de realidades, coadyuvando a la comprensión interpretativa y comprensiva de esta abordada desde diferentes escenarios, posibilitando efectuar distintas lecturas buscando el sentido y significado contextuales” (p.45). Por otra parte, se fundamentó en una investigación teórica de tipo documental con diseño bibliográfico, de carácter analítico e interpretativo-crítico, definida por Méndez (2015) como “estudios de desarrollo teórico presentando a partir del análisis crítico de la información empírica y teorías existentes” (p. 7). El abordaje y logro de los objetivos se hizo, fundamentalmente, desde un proceso hermenéutico, incluyendo las fases de descripción, análisis e interpretación teórica.

El procedimiento de la investigación atendió al esquema planteado por Véliz Angulo (2016), para los estudios documentales, efectuado de acuerdo con los siguientes pasos:

1. Ubicación y arqueo de fuentes bibliográficas y documentales: textos, informes, proyectos, foros, seminarios, artículos de revistas, entre otros, que permitieran obtener la información pertinente del objeto de estudio.
2. Selección de las fuentes apropiadas para recoger datos relevantes.
3. Validación de las fuentes seleccionadas.
4. Lectura detallada de las fuentes seleccionadas, relacionada con los eventos de estudio.
5. Localización y fichero del material relevante.
6. Codificación y sistematización de la información seleccionada con el registro de esta en el análisis acorde a sus contenidos.
7. Establecimiento y descripción de las categorías de los eventos objeto de estudio para los cuales se pretende identificar relaciones.

9. Análisis comparativo de los datos aportados por las teorías seleccionadas, en relación con los eventos de estudio, a través de la clasificación y descripción de estos.
10. Conclusiones a partir del análisis de los datos obtenidos, para responder al objetivo general (p. 55).

En cuanto a las fuentes de información se consideraron las secundarias, referidas como todo soporte material, tales como documentos escritos, libros, periódicos, revistas, actas notariales, tratados, encuestas, conferencias escritas, documentos fílmicos y digitales que aportan datos del objeto de estudio (Arias, 2016, p. 24).

Para el análisis de las fuentes documentales se emplearon como técnicas: La observación documental, presentación resumida de texto, resumen analítico. Además de las operacionales: Subrayado, fichaje, citas y notas bibliográficas, presentación de cuadros y gráficos. En cuanto a los instrumentos se seleccionaron: (a) Fichas; (b) Computadoras y sus unidades de almacenajes; (c) Cuadros de registros y clasificación de categorías; y (d) la Matriz de Análisis, a través de esta se extrajo la información de los documentos revisados que fundamentan este estudio.

Con referencia al procesamiento y análisis de la información, se utilizó el análisis de contenido y el círculo hermenéutico-dialéctico referido por Lincoln y Guba. Posteriormente, se definieron las categorías de análisis para la consiguiente teorización. Las categorías de análisis quedaron expresadas: (1) El texto escrito en los espacios virtuales; (2) Dimensión lingüística para la producción textual escrita en espacios virtuales; (3) Técnicas para presentar la producción escrita en espacios virtuales y; (4) Situaciones frecuentes de presencia difusa lingüística en la producción textual escrita virtual.

Los argumentos esgrimidos fueron confrontados e interpretados hasta lograr un entendimiento y consenso, respetando los diferentes puntos de vista y teorías. Particularmente y, con el fin de garantizar la validez, la información construida documenta fehacientemente las relaciones particulares existentes; la validez y confiabilidad a través del método hermenéutico de investigación, se obtuvo en los términos, de validez de contenido: El entendimiento del discurso condujo a construir e interpretar mancomunadamente argumentos y acuerdos para la comprensión plena; validez cognitiva: consistió en la viabilidad para evidenciar el esfuerzo por el desarrollo de la capacidad creadora y los procesos subjetivos de pensamiento y reflexión acuerdo a la teoría de (Véliz Angulo, 2016, p.77). De esta manera, se logró ajustarlo a lo que se requiere en lo explicativos y validez de interpretación haciendo énfasis en el parafraseo y postura personal del investigador en función del análisis de los referentes expuestos por los diferentes autores consultados.

## **RESULTADOS**

Los treinta y cuatro (34) documentos analizados se clasificaron en una secuencia cronológica, resaltando tópicos en cuanto aportaciones teóricas presentadas por cada uno, enfatizando las argumentaciones dadas en los conceptos, teorías y lenguajes propios de la disciplina en la que se ha formado el autor que hace la contribución. Se configuro la matriz de análisis con cuatro componentes, según las categorías definidas a saber:

### **1. El Texto escrito en los espacios virtuales**

La idea central se enfoca en entender que la producción escrita implica la transformación de los conocimientos individuales del ser, sin embargo, con la llegada del ciberespacio, las redes sociales, entre otros espacios virtuales, se plantea a los usuarios de la escritura nuevos retos, exigencias y posibilidades.

Se tiene que, en el medio digital el texto escrito es el punto de entrada para los lectores. El bloque visual es lo que primero atrae la mirada del usuario. Por lo que la extensión es importante, se requiere segmentar la información en párrafos cortos que sean fáciles de leer que no superen las cinco o seis líneas, utilizando otras herramientas para profundizar el detalle del texto, tal como el hipertexto, entre otros.

## **2. Dimensión lingüística para la producción textual escrita en espacios virtuales**

Las transformaciones en los modos de escribir a partir de la confluencia en el espacio virtual orientan a plantear su significado, identificando los conocimientos procedimentales de la cultura escrita desde la dimensión lingüística; entendiendo que ésta última hace referencia a la naturaleza misma del enunciado, es decir, a su estructura superficial, la cual es configurada por relaciones sintácticas y semánticas que rigen su producción.

La producción textual escrita digitalmente desdibuja el sentido lingüístico, esto por la brevedad del mensaje, no siguen las reglas ortográficas ni de redacción, utilizan acrónimos, elementos y abreviaturas no gramaticales, solo por similitud fonética o signos no fonéticos como los emoticones; se observa una mayor informalidad y proximidad con el habla que las características de la escritura formal análoga o impresa.

Se evidenció que el texto escrito virtual ya no se construye solo con oraciones, párrafos y reflexiones de manera lineal sobre un tema determinado, sino que, además, la tecnología digital posibilita la generación de ésta con otros lenguajes, como el visual y el auditivo que ofrecen una nueva dimensión desde la integralidad de la virtualidad, esta forma discursiva se le denomina competencia multimodal.

En el espacio virtual se escribe para un público pluricultural y plurilingüístico, la escritura, las inconsistencias en la escritura no se consideran como un fallo lingüístico sino de pensamiento, dándole mayor significancia a la claridad y alcance del mensaje.

## **3. Técnicas para presentar la producción escrita en espacios virtuales**

La virtualidad confiere la multiplicidad de recursos que facilitan empoderar las habilidades lingüísticas y sintácticas para la estructuración del discurso escrito haciéndolo accesible en el sentido comunicativo y de procesamiento multidimensional del texto, por lo que se requiere: Claridad, extensión estructura elementos lingüísticos.

## **4. Situaciones frecuentes de presencia difusa lingüística en la producción textual escrita virtual**

Estas presencias difusas son:

- De carácter ortográfico: Ausencia de marcación de tildes y adecuada acentuación; inadecuada escritura de algunas letras como la s, c, z, b, v, entre otras; escaso uso de signos de puntuación sin considerar el sentido y la intencionalidad

del escritor y las reglas de uso de estos; también se presentan errores de digitación; de igual modo, se evidencian acortamientos léxicos no estandarizados; el uso inadecuado o carencia de las mayúsculas cuando la norma así lo establece.

- De carácter sintáctico: construcción inadecuada de oraciones.
- Sobre la textualidad: Falta de cohesión, se evidencia poco uso de conectores que articulen adecuadamente palabras, oraciones o párrafos entre sí. Fallas de coherencia y relación entre las ideas.
- Estructuración del texto: No hay introducción de la temática, ni desarrollo adecuado de las ideas, así como conclusión del escrito.
- Escasa planificación del texto por escribir y, poca revisión antes de su difusión.
- Dificultades de estilo y vocabulario en la micro redacción, en algunos casos tendiendo a oralizarse, presentan rasgos de coloquialismo. Problemas de macro redacción, se evidencia en algunos escritos falta de organización de la información de acuerdo con un sentido lógico.
- Las variantes de lengua escrita (legal, religiosa, entre otras) pueden encontrarse con escasos cambios estilísticos, aparte de los que exige la adaptación a un medio electrónico. Por el contrario, las situaciones de correo electrónico, chats, mundos virtuales y mensajería instantánea, aunque expresadas en escritura, manifiestan varias características propias del habla. Están gobernadas por el tiempo, esperan o exigen respuesta inmediata, son transitorias, en el sentido de que pueden ser borradas inmediatamente (como en los e-mails) u olvidarse conforme desaparecen de la pantalla (como en los chats) y, sus manifestaciones poseen mucho de la urgencia y la energía propias de las conversaciones cara a cara.
- La red permite el mismo grado de planificación y complejidad lingüística estructural que puede encontrarse en textos escritos e impresos en papel. Pero en los chats, los mundos virtuales y la mensajería instantánea, donde existe una gran presión por comunicarse con rapidez, hay mucha menos complejidad y planificación lingüística.

## DISCUSIÓN

Desde el análisis e interpretación de las diferentes fuentes secundarias consultadas sobre el tema en la discusión de los resultados se precisa:

Como parte de los conocimientos procedimentales vinculados a la producción escrita en el ciberespacio se evidencia el impacto en la dimensión lingüística, encontrándose la generación de textos, de acuerdo al espacio virtual, con prevalencia de mensajes y oraciones fragmentadas, empleo de gran cantidad de abreviaturas, introducción de enlaces, uso de emoticones y otras simbologías, la presencia de implícitos, el uso no canónico del alfabeto, el empleo de nuevos léxicos asociados a la cultura escrita en el ciberespacio, la presencia de imágenes, creación o adhesión a hashtag como representación de macroestructuras textuales, que de manera recurrente generan un desfase en la continuidad de los mensajes, entre otros. Esto se vincula con lo referido por Sanabria Torres (2015), afirmando que “los espacios virtuales influyen de manera notoria en la escritura, debido a que no tiene, en determinados contextos, un registro tan formal, sino que presentan un carácter más flexible y espontáneo” (p.44). De esta manera se visiona una nueva

forma de comunicación que desde la perspectiva holística requiere ser entendida para configurar formas de socialización adaptadas a novedosas realidades lingüísticas.

Con respecto a la producción de textos en las redes sociales, tales como Facebook y Twitter, la revisión documental expone que la escritura trasciende, en oportunidades, los límites de temporalidad. Escribir en estos escenarios es un acto público que implica interactuar con otros, lo que ubica tal práctica en un lugar distinto al de la escritura análoga o impresa. Así mismo, prácticas marginales como el uso de apócope y abreviaturas se convierten en tendencias generalizadas, constituyéndose en recursos funcionales que se erigen como un conocimiento procedimental necesaria en la escritura digital. Ciertamente, señala D'Sousa Carmet (2015) que “la virtualidad confiere la multiplicidad de recursos que facilitan empoderar las habilidades lingüísticas y sintácticas para la estructuración del discurso escrito haciéndolo accesible en el sentido comunicativo” (p. 56). Los medios electrónicos añaden nuevas posibilidades a las maneras en que las personas pueden manipular el texto escrito, creando nuevas formas de discurso electrónico y, por consiguiente, de aspectos lingüísticos en estos.

No obstante, en espacios formales virtuales como los académicos, de textos de jurisprudencias, escritura literaria o periodística, que mantienen propósitos formativos, se observa que se abrevian recursos reflexivos y prácticos para reconstruir las intervenciones en torno a la literacidad académica y laboral, sin embargo, se mantiene la dimensión lingüística. Por lo cual se infiere que desde la virtualidad, es posible fortalecer los procesos didácticos en torno a la escritura académica, empoderando el desarrollo de la creatividad y la capacidad crítica del escritor y lectores; esto resulta vinculante a lo expuesto por Riascos Diaz (2015), cuando “considera que ciberlenguaje como forma de propiciar la producción escrita, presenta una variabilidad de la gestión lingüística en función de la forma y modos de presentación del discurso escrito” (p. 33) Surgiendo una adecuación del lenguaje, del género discursivo y de otros rasgos lingüísticos de acuerdo con el contexto en el que se produzca. Los textos formales mantendrán su carácter de acuerdo a su naturaleza, no ocurriendo lo mismo en aquellos de carácter informales o impersonales.

## CONCLUSIONES

Dentro de las consideraciones resaltantes se establecen:

1. La producción textual escrita presentes en los espacios virtuales de las redes sociales, tales como Facebook, Twitter y chat, entre otros, en cuanto a la dimensión lingüística, se diferencia de las prácticas asociadas al manuscrito y al impreso, dado que involucran conocimientos procedimentales específicos que desplazan los conocimientos propios de la cultura escrita y, conceptos particulares sobre lo que significa escribir. Entre estos en el saber hacer de la cultura escritura virtual, se encuentran de manera difusa: el manejo de los signos de puntuación, la ortografía, el uso de preposiciones, adverbios, conectores y pronombres relativos, repetición de fonemas, mayúsculas sostenidas, las concordancias gramaticales, la propiedad lexical, la coherencia y cohesión local.
2. De igual manera, se presencia en la dicotomía lingüística formas expresivas no alfabéticas: emoticones, sticker, fotografías, audios, videos que confluyen como recursos propios de la cultura escrita virtual. Esta utilización de recursos no lingüísticos hace que la construcción de enunciados verbales tenga un peso menor en la representación de rasgos translingüísticos o de la fuerza ilocucionaria escrita.

3. Por otra parte, la multimodalidad textual deja de ser privilegio de especialistas para estar al alcance de los noveles escritores y comunidad general en los espacios virtuales.

## REFERENCIAS

- Arias, F. (2016). *Metodología de la Investigación*. Caracas, Venezuela: IMPM.
- Carvajal López, A. (2015). *Lengua y escritura en internet*. Barcelona, España: Ariel Practicum.
- D'Sousa Carmet, D. (2015). *El ciberespañol: características del español usado en Internet*. Sao Paulo, Brasil: Editora Hucitec.
- Malavé Enriquez, C. (2016). *La escritura y la informática*. México: Siglo XXI Editores.
- Martínez, A. (2015). *Ciencia y arte de la investigación cualitativa*. México D.F., México: Trillas.
- Méndez, C. (2015). *Metodología de la investigación*. México: Mc GrawHill.
- Mongada Ostios, B. (2015). *La conciencia de la estructura lingüística escrita en la virtualidad*. Madrid, España: E-ducativa.
- Mujica Santos, C. (2017). *El modelo contextual interaccionista y las estrategias metalingüísticas en el cibertexto*. Aneca.
- Nieto Alargón, M. (2015). *Metodología de la Investigación*. Bogotá. Colombia: Ediciones de la U. P.
- Ponte Villareal, T. (2016). *El discurso escrito digital*. Tesis Doctoral. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Lingüística.
- Riascos Diaz, E. (2015). *Lenguaje y cibertexto*. Madrid, España: Cambridge.
- Sanabria Torres, C. (2015). *Nuevos conocimientos, conceptos y prácticas de la cultura escrita en el ciberespacio*. Tesis Maestría. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Terrado Cárdenas, L. (2015). *El español en el ciberespacio: Creación y cambios culturales*. Cartagena, Colombia: Fondo de Cultura.
- Véliz Angulo, E. (2016). *Fenomenología de la percepción*. Barcelona, España: Planeta-Agostini.

# ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA ECUACIÓN ADITIVA Y MULTIPLICATIVA, UTILIZADAS PARA COMPROBAR EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA: CASO DEL HIDROTOPO DEL RÍO MENSABÉ

*ANALYSIS OF SENSITIVITY OF THE ADDITIVE AND MULTIPLICATIVE EQUATION, USED TO CHECK THE WATER QUALITY INDEX: CASE OF THE HYDROTOPE OF THE MENSABÉ RIVER*

**Jaime A. Rivera Solís**

Universidad de Panamá. Departamento de Geografía Física. CCIMBIO Centro de Capacitación, Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad, CRUV-UP. Panamá

[jaime.rivera@up.ac.pa](mailto:jaime.rivera@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0002-8265-7836>

## RESUMEN

Con trazado geoecológico, la pesquisa tuvo por objeto realizar un análisis integral de la calidad del agua de un tramo del río Mensabé, ubicado en su cuenca baja. Para tal fin, se determinaron sus características morfoclimáticas, y se efectuó el análisis de sensibilidad de las ecuaciones de Brown y Landwehr; recomendadas para obtener el índice de calidad del agua (ICA), atendiendo los parámetros de la *National Sanitation Foundation* (NSF). Se compilan los datos meteorológicos, y en ambiente ArcGIS 10.7.1., con el auxilio de la imagen SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), y la imagen *RapidEye*, se delimita la cuenca, se localiza el hidrotopo y se deslinda la clasificación morfoclimática. Se utilizan dos puntos de muestreo y se colectan los nueve parámetros de la NSF para comprobar el ICA. Se calculan los resultados por medio de los dos métodos de agregación seleccionados (aditivo y multiplicativo), y, se emplea la ecuación de diferencia porcentual para estimar a través de éstos, el grado de sensibilidad de las fórmulas de agregación. Se comprueba que, el área de estudio pertenece a la región tropical húmeda seca, por estacionalidad; y que, la agregación multiplicativa demuestra mayor sensibilidad y restringe sus resultados en  $\pm 17,28$  %, en comparación con el método aditivo. Finalmente, al remplazar el parámetro de coliformes fecales por totales, se observa que la ecuación multiplicativa se torna más sensible, y ciñe los resultados en un  $\pm 40,75$  %.

**PALABRAS CLAVE:** Índice de calidad del agua, gestión integral del agua, cuenca hidrográfica, hidrotopo.

## ABSTRACT

With geocological tracing, the research attempts to conduct a comprehensive analysis of the water quality of a stretch of the Mensabé River, located in its lower basin. To this end, its morphoclimatic characteristics were determined, and the sensitivity analysis of the equations of Brown and Landwehr; was performed, as recommended for obtaining the Water Quality Index (WQI), taking into account the parameters of the National Sanitation Foundation (NSF). The meteorological data is compiled, in an ArcGIS 10.7.1 environment, with the help of the SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) image, and the *RapidEye* image, the basin is delimited, the hydrotrope is located and the morphoclimatic classification is demarcated. Two sampling points are used and the nine NSF parameters are collected to check the WQI. The results are calculated using the two aggregation methods (additive and multiplicative), selected, and, through these the percentage difference equation is used to estimate the degree of sensitivity of aggregation formulas. It is found that the study area belongs to the dry humid tropical region, seasonally; and that the multiplicative aggregation demonstrates greater sensitivity and restricts its results by 17.28 %, compared to the additive method. Finally, when replacing the fecal coliform parameter with totals, it is observed that the multiplicative equation becomes more sensitive, and closes the results by 40.75 %.

**KEYWORDS:** Water quality index, comprehensive water management, watershed, hydrotopo.

Artículo recibido: 26 de agosto de 2020.

Artículo aceptado: 10 de septiembre de 2020.

## INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas, son unidades espaciales que se caracterizan por la capacidad de captar, almacenar y distribuir el agua. Este recurso natural, se puede encontrar confinado dentro del subsuelo (dando origen a las aguas subterráneas), o expuesto sobre la superficie limitando los biomas lóticos (corrientes fluviales y pluviales), y biomas lenticos (lagos).

Para abordar el estudio de la cuenca hidrográfica como espacio natural, la Geografía Física, fundamenta sus procedimientos en el análisis del paisaje, entendido éste, como la unidad espacial donde interactúan los elementos bióticos y abióticos dentro del geosistema. El mismo, es un sistema espacial natural abierto, que se caracteriza por su estructura espacial (geomorfología), por su dinámica (asociada a la incidencia y flujo de energías: gravedad, radiación, vientos y agua...), y por la interdependencia entre sus elementos, incluyendo al hombre (Troppmair, 2012, p. 124). Esta concepción sistémica permite estudiar la realidad del paisaje por unidades espaciales las cuales se encuentran relacionadas entre sí (Mateo, Da Silva y Brito, 2010, p. 41), Al respecto, Christofolletti (1981), citado por Troppmair (2012), indica que “el estudio de los geosistemas es el objetivo fundamental de la Geografía Física” (p. 124).

A partir del geosistema, el análisis fisiográfico utiliza la cuenca hidrográfica como modelo de estudio (Molina, 1986, p. 76), o unidad de análisis espacial donde se aplica la escala témporoespacial para sustentar su topología y determinar los límites disociativos de todos sus componentes (Rivera, 2016, p. 144). Aunque, la escala témporo-espacial de Cailleux y Tricart, se confecciona con una marcada tendencia geomorfológica, deja observar que, el estudio local de las unidades pondera el geotopo (categoría G. VII – VIII), como la unidad espacial elemental, que corresponde al menor conjunto homogéneo del medio físico-químico (Bertrand y Bertrand, 2007, p. 15); y, el cual, para Mateo, et al (2010, p. 84), contiene en la composición abiótica del espacio, el estudio y diagnóstico ambiental del hidrotopo. Por consiguiente, para el manejo integral de la cuenca, a escala local, el hidrotopo constituye el espacio natural puntual de análisis. Al respecto, la Autoridad Nacional del Ambiente (2002), define la cuenca hidrográfica como...

Un área con características físicas, biológicas y geográficas debidamente delimitadas, donde interactúa el ser humano, en la cual las agua superficiales y subterráneas fluyen a una red natural mediante uno a varios causas de caudal continuo o intermitente, que confluyen a su vez a un curso mayor que desemboca en un río principal, en un deposito natural o artificial de agua, en un pantano o directamente en el mar. (Ley 44, artículo 2, numeral 1).

Las cuencas hidrográficas realizan diversas funciones, dentro de éstas, la producción de agua es primordial; puesto que, se considera el agua su recurso más valioso como líquido vital para sostener la vida en la tierra. Consecuentemente, a partir del reconocimiento de la cuenca hidrográfica como unidad de análisis espacial, el estudio geoecológico contempla el análisis de la calidad del agua, a través de su caracterización fisicoquímica y microbiológica, como un

procedimiento metodológico indispensable para diagnosticar el estado ambiental del hidrotopo; y, en efecto, recomendar medidas en aras de garantizar el equilibrio ecológico del sistema.

Así, tanto el agua destinada para consumo humano dentro de la cuenca, como para uso recreativo incluyendo los ambientes marino costeros, tendrían un impacto negativo sobre la salud de los usuarios, si no se emplean métodos adecuados para el monitorear su calidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS), contempla en las guías para ambientes seguros en agua recreativas el tema de la calidad del agua (específicamente contaminación por aguas residuales), como uno de los peligros a los que están expuestos los seres humanos (ANAM, 2006, p 2); además, “las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo tienen una gran repercusión en la salud y las personas, por tanto, las medidas destinadas a mejorar la calidad del agua de consumo proporcionan beneficios significativos para la salud” (OMS, 2006, p. 11).

En Panamá, aunque se controlen todos los posibles focos de contaminación de las aguas corrientes; por génesis natural, debido a los altos índices de precipitación total anual (que como mínimo registran valores >1200mm), que reciben las cuencas hidrográficas...

La calidad del agua puede variar con gran rapidez y todos los sistemas pueden presentar fallos ocasionales. Por ejemplo, la lluvia puede hacer aumentar en gran medida la contaminación microbiana en aguas de origen, y son frecuentes los brotes de enfermedades transmitidas por el agua después de periodos de lluvias. (OMS, 2006, p. 33).

Es a partir de dicha concepción, es cuando da inicio la diatriba sobre la toma de decisiones con respecto a cuál método se utilizará para evaluar la calidad del agua (físicoquímica y microbiológica, o por calidad biológica), a fin de garantizar su calidad ambiental desde el monitoreo del hidrotopo; independientemente del uso que se le dará al agua contenida en el sistema hídrico. Cabe resaltar que, los dos métodos citados son utilizados a nivel mundial, y, más que tener detractores, diversos autores coinciden que se complementan mutuamente. Por ejemplo, para Cornejo, et al., (2017), en Panamá...

No se puede evaluar la salud de las 52 cuencas hidrográficas del país a partir únicamente de las mediciones de parámetros físicoquímicos y microbiológicos convencionales. Es importante el desarrollo de métodos que integren la estimación de la diversidad y densidad de diferentes grupos de organismos que puedan servir como indicadores, la evaluación del medio físico o calidad de hábitats, que definen las comunidades acuáticas presentes y la evaluación de agentes químicos tóxicos, entre otros.

Uno de los grupos más empleados como indicadores son los macro invertebrados dulceacuícolas, que son todos aquellos organismos invertebrados que pueden ser vistos a simple vista sin necesidad de un microscopio o una lente de aumento. Usualmente, miden por arriba de los 3 mm y llevan a cabo una parte o la totalidad de su ciclo de vida en el agua. (p. 13).

Sin embargo, esta investigación, no contempla el diagnóstico de la calidad del agua por calidad biológica, pues es un campo intrínseco asociado a las ciencias biológicas.

No obstante, de los denominados ambientes dulceacuícolas, se aborda el tema de la calidad del agua para los ambientes lóticos, a partir de la metodología físicoquímica y microbiológica. Para tal fin, existen diversas técnicas que se distinguen por aplicar diferentes índices (por expresión

matemática), dentro de los cuales se destacan, en PNMA II (2006, p. 2), los índices de calidad de agua de Horton, Toxidez, Prati, Dinius, Smith; y el de la *National Sanitation Foundation* (NSF), precisamente esta última, también referida por Sierra (2011, p. 161). No cabe duda que cada índice es valioso, pero, dentro de ellos, el índice de la NSF ha sido el más utilizado internacionalmente; Panamá, se suma a la lista de países que utilizan dicho índice para determinar la calidad del agua de sus corrientes fluviales, según la Autoridad Nacional del Ambiente (2005, p. 201) y Cornejo, et al. (2017, p. 20).

Desde el 2002 el Ministerio de Ambiente a través del laboratorio de calidad ambiental, monitorea las principales cuencas hidrográficas del país. Para el cálculo del índice de calidad de agua (ICA), se basan en la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. (Cornejo, et al., 2017, p. 13). Así, en aras de garantizar la calidad del agua (para consumo humano), de las fuentes fluviales, la investigación discute una situación teórica – práctica (que aplica en la Rep. De Panamá), para evitar se generen conflictos de intereses entre los actores (Estado versus promotores privados), a la hora de escoger las variables (Subi), con sus respectivos pesos (Wi), y el tipo de ecuación, para determinar el índice de calidad de agua de un hidrotopo.

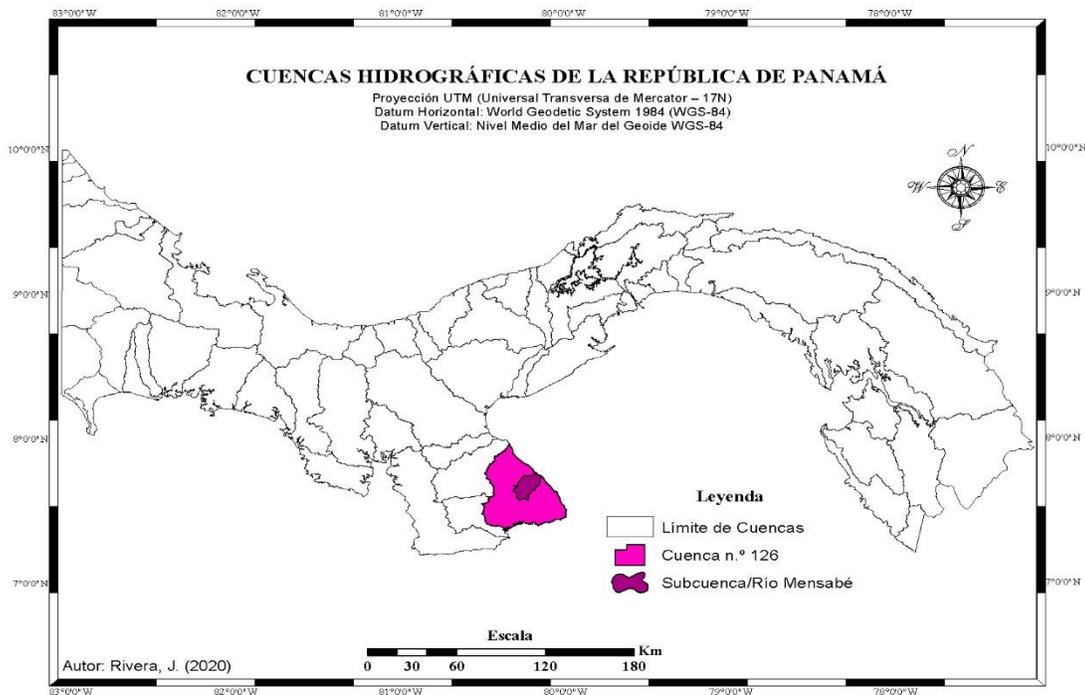
El problema en cuestión resulta puesto que, para obtener el índice propuesto inicialmente por la NSF, se aplica como técnica la ecuación aditiva de Brown, pero posteriormente, se propone utilizar también la ecuación multiplicativa de Landwehr. Por tanto, el trazado geocológico de la pesquisa se fundamenta en el análisis integral de la calidad del agua de la cuenca baja del río Mensabé, el cual conlleva, puntualizar sus características morfoclimática, realizar el estudio comparativo de dos muestras de agua para determinar los ICA (por medio de las citadas ecuaciones), y fijar los costos por descontaminación. Así, se procura plantear las variables para documentar el análisis de sensibilidad, entendido como el “procedimiento sistemático para calcular los efectos que tendrán los métodos y datos elegidos en los resultados de un estudio” (MICI, 2003, p. 2), para alcanzar su objetivo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **- Localización del área de estudio:**

En Geografía Física el análisis de la calidad del agua parte del tratado geosistémico del espacio natural, donde, a partir de la localización del hidrotopo, se realiza el análisis integral de la cuenca hidrográfica (según recorte espacial), procurando determinar las características fisiográficas del paisaje y correlacionar posibles causas de contaminación del agua. Al respecto, para Sierra (2011, p. 150), la evaluación de la calidad del agua contempla el análisis de los aspectos no acuáticos, donde se incluyen las características geomorfológicas y climáticas de la cuenca, la cobertura vegetal y el uso de suelos; comprendidos bajo el concepto de: Gestión integral de aguas.

El mapa de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá cuenta con 58 polígonos, de los cuales 52 se encuentran codificados en atención al “Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (1967 – 1972), que unificó criterios para la numeración de las cuencas a nivel centroamericano” (ATLAS, 2016, p. 49). En la provincia de Los Santos, se ubica la cuenca hidrográfica n.º 126 (constituida entre los ríos La Villa y Tonosí), y dentro de ella, se localiza la subcuenca del río Mensabé; aguas las cuales, fueron el objeto estudio (Figura 1).



**Figura 1. Localización del área de pesquisa. Autor: Rivera, J. (2020).**

### - Materiales

Para delimitar de la cuenca baja y localizar el hidrotopo: Raster/Imagen SRTM 1 Arc-Second Global (*Shuttle Radar Topography Mission*), resolución 30 m-recorte UTM – Zona 17 (USGS, 2012); Raster/Imagen RapidEye (2012), resolución de 5 m-recorte UTM – Zona 17; Software ArcGIS 10.7.1; Sistema de posicionamiento global, Garmin Etrex 20. GPS + GLONASS + WAAS; Cámara digital fotográfica HD. Canon SX30-IS; y, datos acumulados de precipitación total (Estación Pocrí), y temperatura promedio (Estación Pedasí).

Para determinar el ICA. Parámetros físicos: Turbidez (Turb./ FAU), y temperatura (T./ °C), y sólidos totales disueltos (S.T.D./ mg/L). Parámetros químicos: Potencial de hidrógeno (ph), nitratos (NO<sub>3</sub>/ mg/L), fosfatos (PO<sub>4</sub>/ mg/L), oxígeno disuelto (O.D./ %), y demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>/ mg/L). Parámetro microbiológico y/o bacteriológico: Coliformes fecales (C.F./ UFC/100 mL), y coliformes totales (C.T./ NMP/100 mL).

Para fijar los costos por descontaminación: Sólidos suspendidos (S.S./ mg/L), demanda química de oxígeno (D.Q.O./ mg/L), y temperatura (T./ °C).

### - Procedimientos metodológicos

Sobre la cuenca:

El agua de las corrientes fluviales no necesariamente se encuentra en estado pura, siempre contiene sustancias contaminantes que provienen de diversas fuentes, vinculadas generalmente con el efecto erosivo del agua de lluvia y los vientos (Aguilo, et al., 1991, p. 280), asociados con la pendiente de la cuenca y su cobertura vegetal. Así, cuando se realiza el estudio de la calidad del

agua del hidrotopo, también se incluye el análisis geocológico de la cuenca; en aras de comprender el estado de los aspectos no acuáticos, vinculados con la calidad del agua.

De esta forma, se aplican técnicas de geoprocésamiento sobre la imagen SRTM 1 *Arc-Second Global*, para producir la red de triángulos a interpolar en ambiente ArcGIS 10.7.1. De allí, se extraen las curvas de nivel para obtener los datos hipsométricos, identificar vertientes y exponer la declividad. Las bandas espectrales de la imagen RapidEye (2012), se combinan en falso color combinadas B5/azul, B2/Rojo, y B4/verde, para discriminar la textura vegetal de la planicie fluvio-marina sobre las planicies fluviales (Rivera, 2016, p. 34). Se utilizan los criterios morfométricos del Instituto de Investigaciones Tecnológicas (Brasil), para determinar la curva de nivel utilizada para recortar la cuenca y clasificar el tipo de relieve, según Tamiozzo, Marques y De Oliveira (2013).

Sobre el ICA:

En 1970, Brown, McClelland, Deininger e Tozer, presentan un índice de calidad (WQI, *Water Quality Index*); similar al de Horton, y financiado por la *National Sanitation Foundation* (NSF), (PNMA II, 2006, p. 23). Elaborado a partir de la evaluación de los 9 parámetros físico-químicos y microbiológicos señalados (excepto, los coliformes totales), se convoca 142 expertos que utilizando la metodología Delphi, diseñan las curvas de calidad y especifican sus pesos correspondientes; resultados los cuales, se calculan inicialmente, a través de una ecuación de suma ponderada (Aguilo, et al., 1991, p. 294; Samboni, Carvajal y Escobar, 2007, p. 173).

Sin embargo, aunque en Panamá se aplique el ICA-NSF, al investigar el índice de calidad de agua, tanto promotores como fiscalizadores ambientales, deben consensuar, según Samboni, Carvajal y Escobar (2007, p. 172) “la selección de las variables, la determinación de los subíndices para cada parámetro y la elección de la fórmula de agregación”; la cual según SNET (2012, p. 4), la agregación de la información se realiza aplicando tanto la ecuación aditiva, como multiplicativa.

Por tanto, utilizando las recomendaciones del ICA-NSF, se trabaja con los parámetros seleccionados y la asignación de los pesos ( $W_i$ ), los cuales corresponde al grado de importancia de los factores contaminantes del agua.

De esta forma, para calcular el ICA-NSF, se puede utilizar un promedio aritmético ponderado (Fórmula 1. Propuesta por Brown, et al., 1970), o el promedio multiplicativo ponderado (Fórmula 2), según Torres (2009, pp.9-10), y SNET (2012, p.5), propuesta por Landwehr y Deininger en 1976, con la cual demuestran que, dicha ecuación es mucho más sensible a los resultados de las variables estudiadas, y refleja con mayor precisión la calidad del agua.

- Fórmula 1...  $I.C.A. = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$

- Fórmula 2...  $I.C.A. = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$

Para determinar el valor del subíndice del parámetro, las respuestas del panel de expertos fueron promediadas en una escala de 0 – 100 ( $Sub_i$ ), y se construyen las curvas de variación de calidad del agua para cada uno de los 9 parámetros (Figura 2).

Como queda expuesto en la tabla 1, los coliformes totales no son considerados dentro de los parámetros de calidad de agua de la NSF, aunque, según Díaz (2011, p.194), la NSF, también

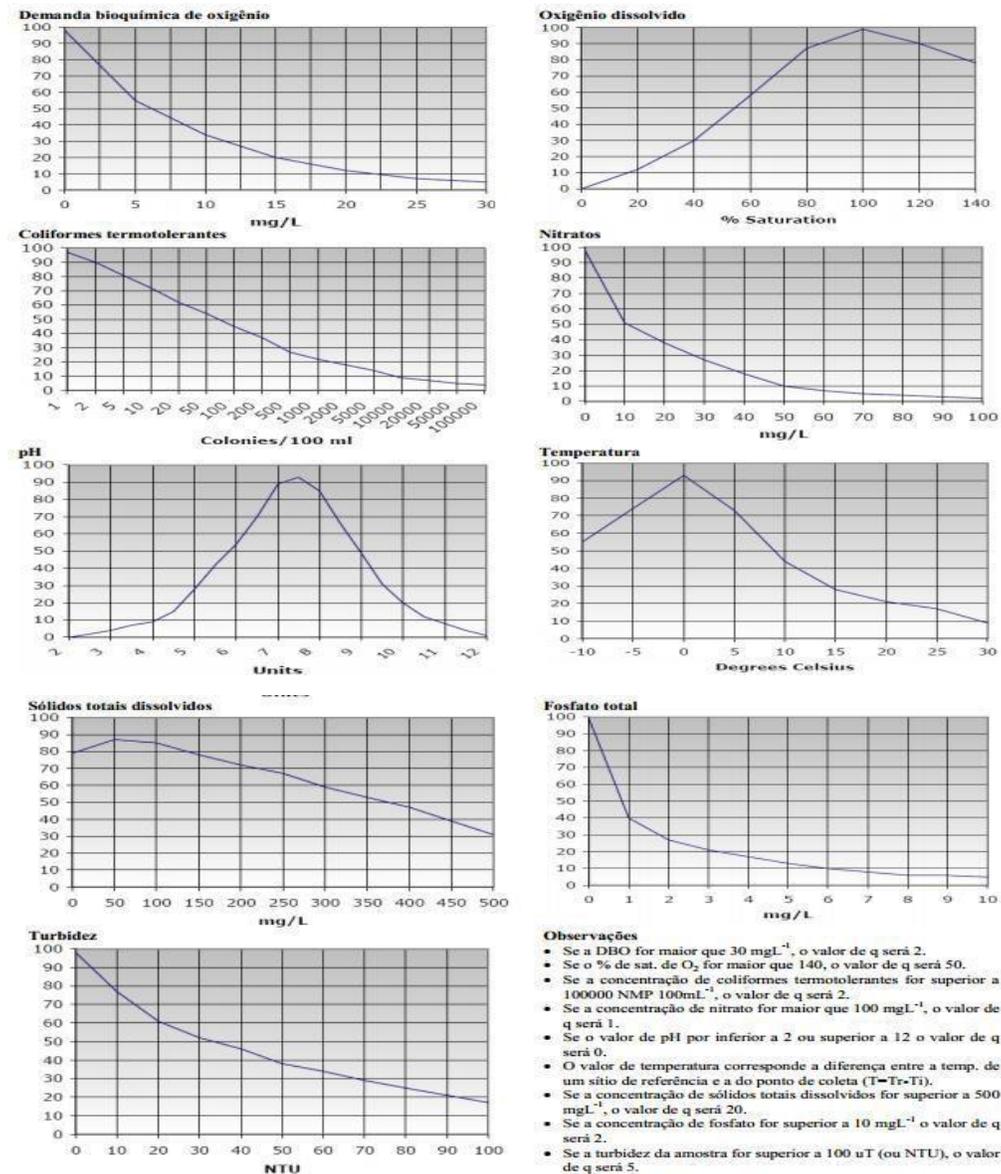


Figura 2: Curvas medias de variación de calidad del agua, NSF (2007). Fuente: Weinberg, A. (2013, p. 25).

considero dentro de los parámetros para definir el ICA, incluir los coliformes totales. Sin embargo, aunque los coliformes termotolerantes (coliformes fecales), son muy importantes en la evaluación de la calidad del agua como indicadores de contaminación fecal, sólo comprenden una porción del grupo de coliformes (Weinberg, 2013, p. 20). Ya asociados, son el recuento de los coliformes totales y fecales los mejores indicadores de contaminación fecal (Sierra, 2011, pp. 35 y 154). Al respecto, en Latinoamérica, ya se ha empleado la metodología para determinar el ICA, utilizando los coliformes totales. Se destacan los trabajos de ICA de Dinius, Montoya, y León. Cabe agregar que, Dinius y León, utilizan la ecuación del promedio multiplicativo ponderado como fórmula matemática para determinarlo (Samboni, Carvajal y Escobar, 2007, p. 177).

**Tabla 1. Parámetros de ICA de la NSF y pesos asignados. Elaboración propia. Adaptado de (WRC, 2020).**

Parámetros ICA-NSF	Peso (Wi)
Oxígeno Disuelto (O.D./%)	W1 = 0,17
Coliformes Fecales (C.F./ UFC/100 mL) (NMP/100 mL)	W2 = 0,16
Potencial de Hidrógeno (ph)	W3 = 0,11
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5/ mg/L)	W4 = 0,11
Cambio de Temperatura (T./ °C)	W5 = 0,10
Fosfatos (PO4/ mg/L)	W6 = 0,10
Nitratos (NO3/ mg/L)	W7 = 0,10
Turbiedad (Turb./ FAU)	W8 = 0,08
Sólidos Totales Disueltos (S.T.D./ mg/L)	W9 = 0,07

Por lo citado, primero, las nueve variables recomendadas por la NSF para obtener el ICA serán calculadas con la ecuación aditiva; éste índice será el resultado de referencia (grupo de control). Después, los parámetros citados serán calculados a través de la ecuación multiplicativa para determinar diferencias. Posteriormente, se utilizará como variable independiente el parámetro de coliformes totales en reemplazo de los coliformes fecales, manteniendo intacto los otros ocho parámetros y sus pesos. Los índices se obtendrán aplicando las dos ecuaciones y sus resultados interpretados a través la tabla comparativa de ICA de la NSF. (Figura 3).

Sobre costos por descontaminación:

Por la necesidad de establecer estimaciones económicas del valor de los recursos naturales que sufren impactos ambientales negativos, surgen diversos procedimientos y técnicas que los especialistas ambientales emplean para estimar los costos de reposición. Frecuentemente, por medio de la técnica Delphi, se consulta a los expertos, los cuáles deben determinar cuál será el método utilizado para establecer los costos por descontaminación del recurso afectado (Barzev, 2002, p.56).

Cuando además del ICA adquirido, se desea reflejar “la capacidad recuperadora de la corriente, el oxígeno disuelto o su porcentaje de saturación son indicadores muy apropiados para valorar esta

actividad” (Sierra, 2011, p.153). Por tanto, debido a que, el ICA no necesariamente podría garantizar la existencia de las especies in situ; para complementar el estudio de calidad de agua de la cuenca (o del tramo en estudio), es necesario evaluar (al margen de los resultados de las ecuaciones), los parámetros de sólidos suspendidos (S.S.), demanda química de oxígeno (D.Q.O.) y temperatura (°C), como variables indispensables para calcular los costos de descontaminación del curso fluvial y garantizar la existencia de las especies.

Criterio de uso	Rangos de Calidad
Excelente	90 – 100
Buena	70 – 89
Media	50 – 69
Mala	25 - 49
Muy mala	0 - 24

**Figura 3: Rangos de calidad del agua para interpretar el ICA-NSF. Elaboración propia. Adaptado de (WRC, 2020).**

El procedimiento se ejecuta, primero, determinando el tramo del curso fluvial que se desea descontaminar; a continuación, se georeferencian dos puntos de muestreo (aguas arriba y abajo del tramo), y se solicita la colecta de los parámetros SS, DQO y T °C. Posteriormente, sí el análisis comparativo (entre los dos puntos), permite identificar un incremento en la cantidad de SS, se procede a calcular el volumen de agua, contaminada en el tramo, y se multiplica dicho volumen por el acrecentamiento de SS ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ), entre los puntos. A seguir, el resultado permite inferir la cantidad aproximada de sólidos suspendidos (Kg), vertidos en la corriente; los cuales a la postre, se multiplican por el costo (en dólares, y/o según moneda), promedio de descontaminación por kilogramo dispuesto por la autoridad competente. Finalmente, para complementar la evaluación del estado ambiental del hidrotopo, se utiliza el parámetro de temperatura (°C), para obtener el OD ( $\text{mg}/\text{L}$ ); y, se agrega el parámetro de DQO procurando establecer el importe de sustancias en suspensión que, son susceptibles químicamente a ser oxidadas.

## RESULTADOS

A través de los procedimientos de geoprocésamiento sobre la imagen SRTM, se delimita la cuenca del río Mensabé, y se extraen las curvas de nivel, logrando obtener los parámetros de hipsometría, declividad, y realizar el recorte espacial de la cuenca baja empleando los criterios morfométricos (curva de nivel  $< 20$  msnm), recomendados por Tamiozzo, Marques y De Oliveira (2013, p. 300). A continuación, la máscara de corte creada sobre el polígono de la cuenca baja, se utiliza para recortar la imagen RapidEye; la cual, con la combinación de bandas recomendada en falso color, permite cuantificar la extensión de la planicie fluvio-marina y la planicie fluvial. Además, se georeferencian los puntos de muestreo denominados: Muestra 2 (punto superior del curso), y muestra 1 (punto inferior del curso). (Figura 4).

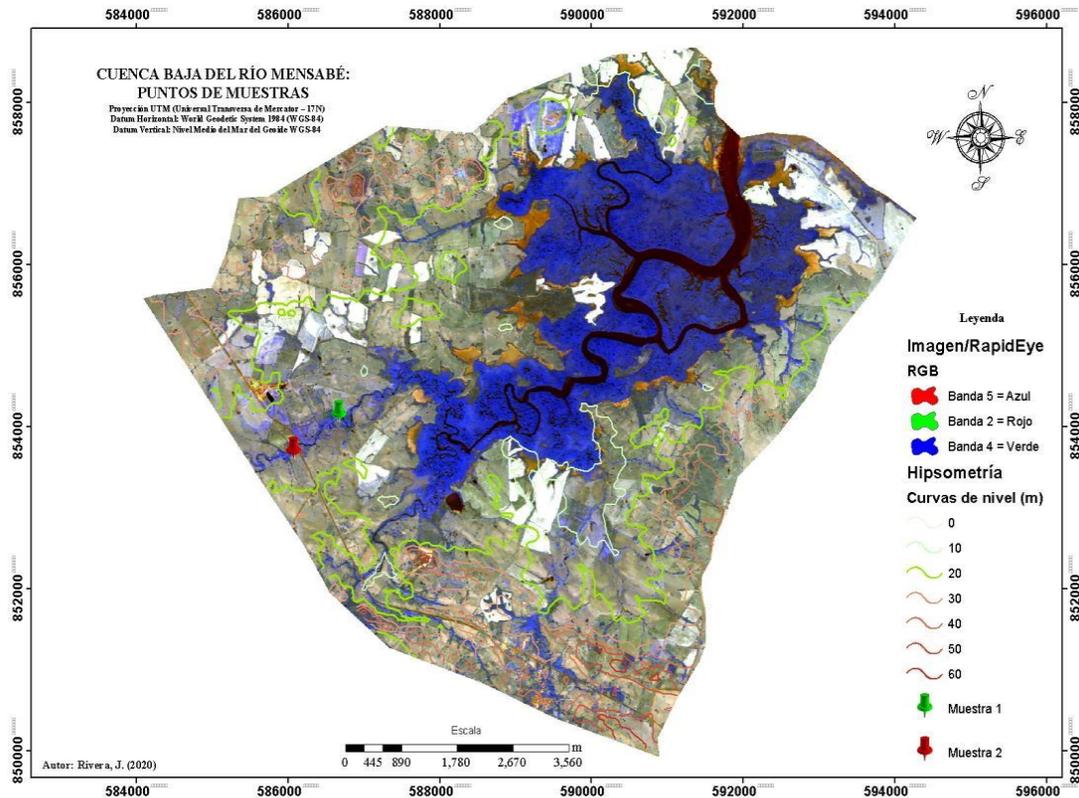


Figura 4: Cuenca baja del río Mensabé. Autor: Rivera, J. (2020).

Así, la cuenca baja (según recorte), del río Mensabé cuenta con 4993.01 ha., las cuales, se encuentran constituidas por una planicie fluvial de 2261.81 ha., y una planicie fluvio marina de 1092.32 ha.; dichas planicies en conjunto exponen valores de declividad o pendiente  $< 3\%$ . Por tanto, en atención al significado geomorfológico hipsométrico, las 1638.88 ha. restantes, detallan colinas suaves (curvas de nivel  $> 20$  msnm).

En atención al análisis de los datos meteorológicos acumulados (1970 – 2015), de precipitación total (estación Pocrí/ n.º 126-002 / 70msnm), y temperatura promedio (estación Pedasí/ n.º 126005 / 47msnm); la cuenca baja del río Mensabé recibe aproximadamente 1293.3 mm de precipitación anual, con una temperatura media de 27.1 °c. Dichos datos climáticos (disponibles en <http://www.hidromet.com.pa/>), según Choley (1984), en Gutiérrez (2009, p. 444), caracterizan la región morfoclimática tropical húmeda seca (por estacionalidad). También, estas características climáticas evaluadas por medio del diagrama de los procesos morfológicos de Peltier (1950), en Gutiérrez (2009, p. 442), revelan que, en las regiones con precipitaciones  $> 1000$  mm la meteorización química tiene efectos de moderados, al igual que los movimientos de masas por erosión pluvial.

Se procede a despejar las fórmulas de agregación (Tablas 2,3,4 y 5), en las cuales,  $W_i$ , es una constante fija que representa el peso recomendado para cada parámetro; y,  $Sub_i$ , el subíndice del parámetro que se obtiene del cálculo del resultado de cada variable, por medio de los gráficos de curvas medias de variación de calidad del agua (figura 2). Seguidamente, el valor de  $Sub_i$ , es

multiplicado por  $W_i$  (fórmula 1), y elevado a  $W_i$  (fórmula 2), para obtener el valor del parámetro. Además, en las tablas 4 y 5, se reemplaza el parámetro de coliformes fecales, por coliformes totales.

Respecto a los datos obtenidos para plantear los costos de recuperación ambiental del hidrotopo, tenemos que, la muestra 2 (Aguas arriba. UTM / N 853747 y E 586114), registra 20,0 (S.S./ mg/L), 16,8 (D.Q.O./ mg/L), y 27 °c de temperatura; mientras que, la muestra 1 (Aguas abajo. UTM / N 854186 y E 586669), registra 16,0 (S.S./ mg/L), 16,2 (D.Q.O./ mg/L), y 25 °c de temperatura. En consecuencia, se determina una disminución de la variable de sólidos suspendidos de - 4 (Kg/m<sup>3</sup>). En relación a la concentración de OD, con dependencia en la temperatura, Lind (1974), en Bain y Stevenson (1999, p. 186), la muestra 2 con 27 °c, contiene 7,86 O.D. (mg/L); y, la muestra 1 con 25 °c, concentran 8,11 O.D. (mg/L).

**Tabla 2. Cálculo del ICA, según fórmula de agregación (muestra 1). Autor: Rivera, J. (2020).**

Parámetros ICA-NSF	$W_i$	Muestra 1	Subi	$\sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$	$\prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$
Oxígeno Disuelto (O.D./ %)	$W_1 = 0,17$	55,4	Sub1 = 53	9,01	1,96
Coliformes Fecales (C.F./ UFC/100 mL) (NMP/100 mL)	$W_2 = 0,16$	7,0	Sub2 = 77	12,32	2
Potencial de Hidrógeno (ph)	$W_3 = 0,11$	7,60	Sub3 = 93	10,23	1,64
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5/ mg/L)	$W_4 = 0,11$	8,8	Sub4 = 41	4,51	1,50
Cambio de Temperatura (T./ °C)	$W_5 = 0,10$	25,0	Sub5 = 81	8,1	1,55
Fosfatos (PO4/ mg/L)	$W_6 = 0,10$	<6,0	Sub6 = 10	1	1,25
Nitratos (NO3/ mg/L)	$W_7 = 0,10$	<1,0	Sub7 = 99	9,9	1,58
Turbiedad (Turb./ FAU)	$W_8 = 0,08$	9,94	Sub8 = 77	6,16	1,41
Sólidos Totales Disueltos (S.T.D./ mg/L)	$W_9 = 0,07$	293,0	Sub9 = 60	4,2	1,33
				ICA = 65,43	ICA = 55,35

**Tabla 3. Cálculo del ICA, según fórmula de agregación (muestra 2). Autor: Rivera, J. (2020).**

Parámetros ICA-NSF	$W_i$	Muestra 2	Subi	$\sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$	$\prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$
Oxígeno Disuelto (O.D./ %)	$W_1 = 0,17$	56,0	Sub1 = 54	9,18	1,97

Coliformes Fecales (C.F./ UFC/100 mL) (NMP/100 mL)	$W_2 = 0,16$	5,0	Sub <sub>2</sub> = 80	12,8	2,01
Potencial de Hidrógeno (ph)	$W_3 = 0,11$	7,70	Sub <sub>3</sub> = 91	10,01	1,64
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> / mg/L)	$W_4 = 0,11$	8,8	Sub <sub>4</sub> = 37	4,07	1,48
Cambio de Temperatura (T./ °C)	$W_5 = 0,10$	27,00	Sub <sub>5</sub> = 90	9	1,56
Fosfatos (PO <sub>4</sub> / mg/L)	$W_6 = 0,10$	<6,0	Sub <sub>6</sub> = 10	1	1,25
Nitratos (NO <sub>3</sub> / mg/L)	$W_7 = 0,10$	<1,0	Sub <sub>7</sub> = 99	9,9	1,58
Turbiedad (Turb./ FAU)	$W_8 = 0,08$	10,60	Sub <sub>8</sub> = 74	5,92	1,41
Sólidos Totales Disueltos (S.T.D./ mg/L)	$W_9 = 0,07$	208,0	Sub <sub>9</sub> = 72	5,04	1,34
				ICA = 66,92	ICA = 55,94

**Tabla 4. Cálculo del ICA, según fórmula de agregación, utilizando coliformes totales (muestra 1). Autor: Rivera, J. (2020).**

Parámetros ICA- NSF	$W_i$	Muestra 1	Sub <sub>i</sub>	$\sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$	$\prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$
Oxígeno Disuelto (O.D./ %)	$W_1 = 0,17$	55,4	Sub <sub>1</sub> = 53	9,01	1,96
Coliformes Totales (C.T./ NMP/100 mL)	$W_2 = 0,16$	461110,00	Sub <sub>2</sub> = 3	0,48	1,19
Potencial de Hidrógeno (ph)	$W_3 = 0,11$	7,60	Sub <sub>3</sub> = 93	10,23	1,64
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> / mg/L)	$W_4 = 0,11$	8,8	Sub <sub>4</sub> = 41	4,51	1,50
Cambio de Temperatura (T./ °C)	$W_5 = 0,10$	25,0	Sub <sub>5</sub> = 81	8,1	1,55
Fosfatos (PO <sub>4</sub> / mg/L)	$W_6 = 0,10$	<6,0	Sub <sub>6</sub> = 10	1	1,25
Nitratos (NO <sub>3</sub> / mg/L)	$W_7 = 0,10$	<1,0	Sub <sub>7</sub> = 99	9,9	1,58
Turbiedad (Turb./ FAU)	$W_8 = 0,08$	9,94	Sub <sub>8</sub> = 77	6,16	1,41
Sólidos Totales Disueltos (S.T.D./ mg/L)	$W_9 = 0,07$	293,0	Sub <sub>9</sub> = 60	4,2	1,33
				ICA = 53,59	ICA = 32,93

**Tabla 5. Cálculo del ICA, según fórmula de agregación, utilizando coliformes totales (muestra 2). Autor: Rivera, J. (2020).**

Parámetros ICA-NSF	$W_i$	Muestra 2	Subi	$\sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$	$\prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$
Oxígeno Disuelto (O.D./ %)	$W_1 = 0.17$	56,0	Sub1 = 54	9,18	1,97
Coliformes Totales (C.T./ NMP/100 mL)	$W_2 = 0.16$	15760,00	Sub2 = 9	1,44	1,42
Potencial de Hidrógeno (ph)	$W_3 = 0.11$	7,70	Sub3 = 91	10,01	1,64
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5/ mg/L)	$W_4 = 0.11$	8,8	Sub4 = 37	4,07	1,48
Cambio de Temperatura (T./ °C)	$W_5 = 0.10$	27,00	Sub5 = 90	9	1,56
Fosfatos (PO4/ mg/L)	$W_6 = 0.10$	<6,0	Sub6 = 10	1	1,25
Nitratos (NO3/ mg/L)	$W_7 = 0.10$	<1,0	Sub7 = 99	9,9	1,58
Turbiedad (Turb./ FAU)	$W_8 = 0.08$	10,60	Sub8 = 74	5,92	1,41
Sólidos Totales Disueltos (S.T.D./ mg/L)	$W_9 = 0.07$	208,0	Sub9 = 72	5,04	1,34
				ICA = 55,56	ICA = 39,52

## DISCUSIÓN

El 67,18 % de la cuenca baja del río Mensabé contiene los paisajes naturales de planicies, donde el 21,88 % corresponde a la planicie fluvio-marina, cubierta por mangle; y el 45,30 % concierne a la planicie fluvial, revestida de herbáceas, arbustos y árboles dispersos, los cuales exhiben densidad continua sólo en el bosque de galería. En estas planicies con valores de declividad < 3%, el movimiento acelerado de la masa de suelo por la acción de la gravedad, no refleja cicatrices en el terreno; por el contrario, se acumulan las partículas sobre la planicie fluvial formando aluviones, y sobre la planicie fluvio-marina suelos halomórficos. Pero, las laderas que afloran de las colinas suaves, que representan el 32,82 % de la cuenca baja, con declividad entre 10 y 12 %, (con uso agropecuario), se consideran zonas de pendiente moderada; las cuales, con precipitación concentradas en 8 meses (1293,3 mm), desencadenan el movimiento del detrito y coladas de barro (aflorando la roca, y generando erosión por cárcavas), y posteriormente erosión difusa sobre la planicie fluvial. Al respecto, Fournier (1960), en Gutiérrez, (2009, p. 444), indica que los trópicos húmedos estacionales presentan los valores más elevados de erosión del suelo estimados de 100 – 500 ton/km<sup>2</sup>/año. Finalmente, en esta región morfoclimática, es el fenómeno de hidratación sobre el suelo y la roca, el principal responsable del proceso de meteorización, que provoca la reducción del material, y lo prepara para ser transportado y depositado sobre las planicies y la corriente fluvial.

Al comparar los cálculos de ICA, expuestos en las tablas 2,3,4 y 5, con los rangos de calidad del agua (figura 3), es posible comprobar que, en los sitios de muestreo (1 y 2), utilizando coliformes fecales y ambos métodos de agregación (fórmulas 1 y 2), el ICA se encuentra en rango medio (entre 50 y 69). No obstante, al utilizar coliformes totales con la ecuación aditiva, el ICA aún se encuentra en rango medio; pero, al implementar la ecuación multiplicativa, el ICA disminuye su rango entre 25 y 49, y es considerada mala.

Con este antecedente, se proyecta realizar el análisis de sensibilidad entre las fórmulas de agregación, y la inclusión de los coliformes totales como variable independiente. Así, se evaluó la diferencia porcentual (fórmula 3), entre los ICA obtenidos por punto de muestreo, considerados como valores absolutos, que resultan al aplicar diferentes metodologías para obtener un resultado.

$$- \text{ Fórmula 3... } \left| \frac{x_1 - x_2}{\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)} \right| \times 100 = \% \text{ de diferencia entre } x_1 \text{ y } x_2$$

$$- \text{ Ejemplo ... } \left| \frac{65,43 - 55,35}{\left(\frac{65,43 + 55,35}{2}\right)} \right| \times 100 = \%$$

En consecuencia, al despejar la fórmula, con los resultados de la tabla 2, se genera una diferencia porcentual de 16,69 %; en la tabla 3, de 17,87 %; en la tabla 4, de 47,76 %; y en la tabla 5, de 33,74 %. Por tanto, en los sitios de muestreo (1 y 2), utilizando los coliformes fecales, se demuestra que, al utilizar como método de agregación la ecuación multiplicativa, ésta, es más sensible y restringe los resultados en  $\pm 17,28$  %. Por otro lado, empleando los coliformes totales, en los citados sitios, observamos que, la ecuación multiplicativa, se torna aún más sensible, y ciñe los resultados en un  $\pm 40,75$  %.

Sin más, debido a que los cálculos para determinar los costos de recuperación ambiental de un hidrotopo, se deben fundamentar en un análisis comparativo para demostrar el incremento de S.S. y D.Q.O, versus, la disminución en la concentración de oxígeno disuelto O.D. (mg/L); tenemos que, como los resultados exponen un decrecimiento de los S.S. de  $-4\text{Kg/m}^3$  entre la muestra 2 (agua arriba), y la muestra 1, (aguas abajo, ubicada a una distancia 1046,28 m), no es posible generar o calcular costos por descontaminación, porque, de forma natural, tras un recorrido de  $\pm 1$  km de longitud, las aguas del tramo se han autodepurado. De igual forma acontece con el D.Q.O, que decreció en 0,6 mg/L, y la concentración de O.D, que aumenta 0.25 mg/L.

## CONCLUSIONES

A través de la caracterización morfoclimática de la cuenca, se revela que la zona pertenece a la región tropical húmeda seca. Sin embargo, se debe aclarar que se denomina seco por estacionalidad climática, es decir, que presentan de dos a cinco meses con precipitaciones inferiores a 50 mm; justo durante el invierno del hemisferio norte (periodo mal denominado en Panamá como verano).

Por tanto, esta designación de “seco”, no debe interpretarse como una zona con bajos índices de precipitación total anual, puesto que, registra datos > 1000 mm anuales.

Los cursos fluviales de los trópicos húmedos secos, por naturalidad, poseen un sistema de autodepuración o tratamiento espontáneo, asociado a la estacionalidad climática. Pero, en atención a las características morfológicas de la cuenca, las copiosas lluvias concentradas en 8 meses y las actividades agropecuarias sin fiscalización técnica; estas, podrían considerarse las causas responsables por el aumento de los S.S., los coliformes totales, la D.Q.O., y la disminución del O.D., en el tramo fluvial evaluado. Al respecto, sobre, la concentración de los parámetros citados, empleados para evaluar el óptimo funcionamiento del bioma lótico, se debe puntualizar que, todos se encuentran por debajo de los valores máximos permisibles de efluentes líquidos, en MINSA (2000, p.p. 38 - 39), S.S./ mg/L < 35 y D.Q.O./ mg/L < 100. En el caso del O.D., los valores > 5 (mg/L), son considerados adecuados para el desarrollo de la vida de la mayoría de las especies de peces y organismos acuáticos.

Los coliformes fecales (en especial la E. coli), se relaciona directamente con la eliminación de heces sobre el agua, de otra forma, no sería frecuente encontrarlo. Sin embargo, los coliformes totales (aunque no necesariamente de procedencia fecal), se encuentran con mayor asiduidad sobre la totalidad de la cuenca; por lo que, su cuantificación e inclusión como parámetro para determinar el ICA, podría garantizar un agua de mejor calidad para el abastecimiento público. Cabe agregar que, los criterios establecidos en la figura 3, son considerados generales, y, por tanto, existen diversas teorías que proponen interpretar los criterios en atención al uso directo que se le dará al agua de la cuenca. Por ejemplo, este estudio de caso, planteo el uso como criterio para consumo humano; por tanto, para el abastecimiento de la red, se recomienda que el ICA sea > 50.

Finalmente, impera la necesidad de reglamentar entre los actores y autoridades responsables, los parámetros, sus pesos y el método de agregación para definir el índice de calidad de agua (ICA), según destino final; toda vez que, el análisis de sensibilidad entre las fórmulas de agregación, y la inclusión de los coliformes totales, demostraron una diferencia porcentual que oscila entre el 17,28 %, y el 40,75 %.

## REFERENCIAS

- Aguilo, M.; Aramburu, M.; Ayuso, E.; Blanco, A.; Calatayud, T.; Ceñal, M., ... Sáiz, M. (1991). *Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología*. 3 ed. Madrid: Editora Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Bain, M., y Stevenson, N. (1999). *Aquatic habitat assessment: Common methods*. Maryland, United States of America. American Fisheries Society.
- Barzev, R. (2002). *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales*. Managua, Nicaragua: Corredor biológico mesoamericano. Oficina Regional de Coordinación.
- Brasil (2006). Governo do Estado de Pernambuco. Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA II). *Índice e Indicadores de Qualidade de Água: Revisão da Literatura*. Recuperado de:

<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf>

- Bertrand, G. y Bertrand, C. (2007). *Uma Geografia Transversal e de Travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Brasil: Editora Massoni.
- Cornejo, A.; López, E.; Ruiz, R.; Sedeño, J.; Armitage, B.; Arefina, T., ... Avila, I. (2017). *Diagnóstico de la condición ambiental de los afluentes superficiales de Panamá*. Panamá: Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud y Ministerio de Ambiente. Recuperado de: <https://fliphtml5.com/eebm/obry/basic>
- Díaz, R. (2011). *Desarrollo Sustentable. Una Oportunidad para la Vida*. 2 ed. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- El Salvador. (2012). Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Índice de Calidad del Agua General "ICA"*. Recuperado de: <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- Gutiérrez, M. (2009). *Geomorfología*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia". (2016). Atlas Nacional de la República de Panamá. (5ª ed). Colombia: Impresiones Carpal.
- Mateo, J.; Da Silva, E. y Brito, A. (2010). *Geoecologia das paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental*. (3ª ed.). Fortaleza, Brasil: Edições UFC.
- Molina, M. (1986). *Paisaje y región: Una aproximación conceptual y metodológica. En teoría y práctica de la Geografía* (pp. 63 – 87). Madrid, España: Editorial Alhambra, S.A.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. (3ª ed.). Volumen 1. Recuperado de: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full1\\_lowres.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full1_lowres.pdf?ua=1)
- Panamá. Autoridad Nacional del Ambiente. (5 de agosto de 2002). (Ley 44 de 5 de agosto de 2002). *Ley por medio de la cual se establece el régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá*. [Ley 44 de 2002]. Recuperado de: <http://consulweb.miambiente.gob.pa/imagenes/legal/484.pdf>
- Panamá. (2005). Autoridad Nacional del Ambiente. *Laboratorio de calidad ambiental. II informe de monitoreo de la calidad del agua 2004 – 2005*. República de Panamá, Panamá.
- Panamá. (2006). Autoridad Nacional del Ambiente. *Documento técnico científico: Elaboración del anteproyecto de norma de calidad ambiental y límites máximos permisibles de aguas continentales para uso recreativo con y sin contacto directo*. República de Panamá, Panamá.
- Panamá. Ministerio de Comercio e Industrias. Dirección General de Normas y Tecnología Industrial. (23 de junio de 2003). *Resolución que adopta la norma técnica DGNTICOPANIT-ISO-14041-2003. Gestión medioambiental y análisis de ciclo de vida*. [Resolución 303 de 2003].

- Panamá. (2000). Ministerio de Salud. Sub-Dirección General de Salud Ambiental. Normas para aguas residuales. *Reglamento técnico DGNTI-COPANIT 35 - 2000*.
- Rivera, J. (2016). *Avaliação geocológica aplicada à ordenação ambiental da paisagem marinhocosteira: caso da bacia hidrográfica do Rio Purio Província dos Santos – Panamá* (Tese para o título de doutor em Geografia). Recuperado de: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/143897>
- Samboni, N.; Carvajal, Y. y Escobar, J. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. Revista Ingeniería e Investigación, 27 (3), 172-181. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/28869/14858-44740-1PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Medellín, Colombia: Universidad de Medellín, ediciones de la U.
- Tamiozzo, F.; Marques, R. y De Oliveira, S. (2013). *Introdução à Geomorfologia*. São Paulo: Cengage Learning.
- Torres, F. (2009). *Desarrollo y aplicación de un índice de calidad de agua para ríos en Puerto Rico*. (Tese para el título de magister en Ciencia para Ingeniería Civil). Recuperado de: [http://prwreri.uprm.edu/publications/PR\\_2009\\_01.pdf](http://prwreri.uprm.edu/publications/PR_2009_01.pdf)
- Troppmair, H. (2012). *Biogeografía e Meio ambiente*. (9<sup>a</sup> ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Technical Books.
- U.S.Geological Survey (USGS). (2012). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). United States. U.S. Departmente of the Interior. Disponível em: <<https://lta.cr.usgs.gov>>.
- Water Research Center (WRC). (2020). *Calculating NSF Water Quality Index (WQI)*. Recuperado de: <https://www.water-research.net/watrqualindex/index.htm>
- Weinberg, Á. (2013). *Uso de índices de qualidade de água para a caracterização da bacia hidrográfica do rio Guandu*. (Tese para o título de Engenharia Ambiental). Recuperado de: <http://www.drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2013/agatha-weinberg-2013.pdf>

# CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS CALADEROS DE PESCA EN LA COSTA DE PIXVAE, GOLFO DE CHIRIQUÍ, PACÍFICO PANAMEÑO

## *FISHING GROUNDS CHARACTERIZATION FROM THE PANAMANIAN PACIFIC IN PIXVAE, GULF OF CHIRIQUÍ*

Luis A. Montes<sup>1</sup>, Ángel J. Vega<sup>1,2</sup>, Yolani A. Robles P.<sup>1</sup>, Kevan Mantell<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Panamá (CCIMBIO-COIBA-UP). Centro de Capacitación, Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad en el Parque Nacional Coiba-Universidad de Panamá (CCIMBIO-COIBA-UP); [montes\\_lu@hotmail.com](mailto:montes_lu@hotmail.com) , [angel.vega@up.ac.pa](mailto:angel.vega@up.ac.pa) , [yolany.robles@up.ac.pa](mailto:yolany.robles@up.ac.pa) Panamá

<sup>2</sup> Estación Científica del Parque Nacional Coiba (Coiba-AIP). Panamá

<sup>3</sup>Dive Base Coiba; [uwkevan@gmail.com](mailto:uwkevan@gmail.com) Panamá

### RESUMEN

La comunidad de Pixvae es uno de los principales poblados en el área de influencia del Parque Nacional Coiba. Entre marzo-mayo de 2015 y agosto de 2016, se evaluaron las comunidades coralinas asociadas a los caladeros de pesca en la Ensenada de Pixvae, con la finalidad de determinar las relaciones existentes entre la composición del fondo y la presencia de peces conspicuos. Para esto se establecieron transectos de 50m de longitud en 12 sitios asociados de pesca y se realizaron censos visuales para conteo de peces, y se grabaron videos en cada transecto. Los resultados indican que los ambientes marinos dominantes son tipo rocosos con promedio de cobertura de 60%, otro 18 % lo componen arena-grava, un 12% coral duro, algas 8%, coral negro 1% y octocoral 1%. Los índices de diversidad de Shannon-Weiner (H') en los dos periodos no mostró diferencias significativas. Se reportan 12 especies de coral escleractinio, 4 especies de octocorales y una especie de coral negro. En los peces se registraron 3348 individuos ubicados en 50 especies; la mayor riqueza se presentó en ambientes rocosos de poca profundidad y la mayor abundancia (>500) en ambientes profundos de corales negros. El Índice de Valor Biológico (IVB) indicó que el pargo es un recurso que cuenta con buena presencia en la mayoría de los sitios, lo que ha llevado a presiones en el sistema. Este estudio aporta información científica, con la finalidad de promover herramientas de manejo que garanticen un uso sostenible de los recursos en la Ensenada de Pixvae.

**PALABRAS CLAVE:** Comunidades coralinas, diversidad, abundancia, peces conspicuos, Pixvae

### ABSTRACT

Pixvae is one of the main settlements within the influence area of Coiba National Park. Between March-May 2015 and August 2016, the coralline communities associated with fishing grounds were evaluated in Ensenada de Pixvae with the goal of determining the existing relationships between bottom composition and conspicuous fish presence. In order to achieve this goal, 50-meter-long transects were established at 12 sites associated with fishing, where visual censuses for fish counts and video recording of each transect were carried out. The results indicate that rock bottom is the dominant marine habitat with 60% average cover, another 18% is composed of gavel-sand, 12% hard coral, 8% algae, 1% black coral and 1% octocoral. Shannon-Weiner diversity index (H') from both research periods did not show significant difference. Twelve scleractinian coral species, 4 octocorals and one species of black coral are reported for this study. A total of 3,348 fish individuals from 50 species were recorded. Highest species richness occurred at shallow rock bottom habitats, whereas highest abundance (>500) was recorded at deeper black coral bottom. Biological value index (IVB) indicated that snapper is a resource with considerable

presence at most sites, which has generated pressure in the system. This study provides scientific information with the objective to promote management tools that support sustainable use of the resources in Ensenada de Pixvae.

KEYWORDS: Coralline communities, diversity, abundance, conspicuous fish, Pixvae

Artículo recibido: 26 de agosto de 2020.

Artículo aceptado: 27 de septiembre de 2020.

## INTRODUCCIÓN

Las áreas de pesca adyacentes a Áreas Marinas Protegidas (AMP) son sitios de gran interés para los pescadores, por los beneficios que redundan de la conservación como es la renovación de recursos (Roberts *et al.*, 2001), tal es el caso de Pixvae, una de las principales comunidades costeras en el área de influencia del Parque Nacional Coiba (PNC). En este sector se desarrolla una pesca artesanal dirigida a peces de importancia comercial como son los pargos, que representan más del 50% de las capturas de la pesca artesanal de exportación procedente del Golfo de Chiriquí (Vega *et al.* 2016a).

Algunos pargos, en ciertas épocas del año, se acercan a la costa en grandes concentraciones, principalmente los pargos seda (*Lutjanus peru*) y mancha (*L. guttatus*), debido a las masas de agua fría que se acercan a la costa. Estos avances son aprovechados por las comunidades costeras del área de influencia del PNC, capturándolas con redes de enmalle (trasmallos) como principal arte, y no existen controles de uso en sitios sensitivos como fondos coralinos tanto fuera como dentro de áreas protegidas. La información disponible sobre el estado de los recursos pesqueros del PNC y su zona de influencia, provienen de datos dependientes de las pesquerías y revelan el uso insostenible de los principales recursos pesqueros y la necesidad de implementar estrategias de manejo (Vega *et al.*, 2016a y b).

A nivel de la región se ha documentado el impacto que han tenido las principales pesquerías. En un periodo de 40 a 50 años, la estructura de tallas de las principales especies objetivo ha disminuido considerablemente y la pesquería ha pasado de la captura de grandes peces longevos (depredadores), a pequeños peces con periodos de vida corto (Pauly *et al.*, 1998; Sala *et al.*, 2004; Salas *et al.*, 2007); acarreando efectos sobre el medio marino y las funciones ecosistémicas de las especies (Ramírez-Ortiz *et al.*, 2017).

Según Roberts (1995), para un manejo costero efectivo se requiere de un entendimiento profundo sobre los efectos de la explotación de los recursos. La relación entre las características de los hábitats y las comunidades de peces ha sido tratada ampliamente en la literatura científica alrededor del mundo y en diversos hábitats (Friedlander & Parrish, 1997; Ferreira *et al.*, 2000; Gratwicke & Speight, 2005; Tokeshi & Arakaki, 2012).

En Panamá, existen pocos trabajos que evalúen el efecto que tiene la complejidad del hábitat sobre la estructura de la comunidad de peces arrecifales en áreas de acceso a la pesca. Dominici-Arosemena & Wolf (2006), en un estudio realizado en Bahía Honda y alrededores, mencionan que los peces de arrecifes han tenido que utilizar hábitats rocosos que predominan en el Pacífico Oriental Tropical, resaltan la importancia de estos ambientes en la zona costera e indica que estos mantienen una estrecha conectividad con el PNC, en las diferentes etapas de desarrollo de los peces. Otro estudio realizado por Benfield *et al.*, (2008), donde compara los ensambles de las comunidades de peces en arrecifes y comunidades coralinos en el Golfo de Panamá, indica que la



Para las evaluaciones y muestreos de los fondos se consideraron los principales caladeros utilizados por pescadores artesanales de la comunidad de Pixvae estos fueron georreferenciados con GPS, caracterizados mediante ecosondas e inmersiones con equipos de buceo autónomo; esta práctica se realizó durante la temporada seca (marzo a mayo 2015) y durante la lluviosa (agosto 2016).

**Caracterización del hábitat:** Para la composición del fondo (cobertura de los principales grupos morfofuncionales), se utilizó la técnica de videos transectos con cámaras digitales de video de alta resolución, para lo cual se filmó el substrato perpendicularmente al fondo, en un transecto de 50 m de largo (Garza-Pérez, 2011, modificado de Aronson & Swanson, 1997). En cada transecto se estimó la profundidad con un profundímetro estándar de buceo, en tres puntos del transecto (inicio, en medio y final), se utilizó el valor promedio para cada sitio de buceo. Se estimó el número de oquedades presentes, en cada zona de muestreo, independientemente del tamaño de las rocas.

### **Análisis de los datos**

**Composición y cobertura de sustrato:** Con el programa Coral Point Count con extensiones de Excel – V4.1 (CPCE – V4.1) Kohler & Gill (2006), se tomaron 40 imágenes de cada video transecto, a cada una de estas se le montó un marco o cuadrante de 0.60 m<sup>2</sup>, donde se establecieron 12 puntos (480 puntos en total por transecto) y se identificó el tipo de fondo.

Para los porcentajes de cobertura se definieron 6 grupos morfofuncionales: Coral, equinodermo, esponja, alga, roca y arena. La cobertura de cada grupo se estimó según la ecuación:  $C = (NP / 480) \times 100$ , donde C es el porcentaje de cobertura de cada grupo morfofuncional y NP es el número de puntos observados en las 40 imágenes de cada video-transecto. Datos que fueron arrojados por el programa, además del índice de diversidad de Shannon (H') y el de dominancia de Simpson (D), para los bentos.

**Complejidad topográfica:** Se calculó para cada transecto, mediante el posicionamiento cuidadoso de una cadena (20 m), a partir del punto cero (0) del transecto de 50 m; se toma la distancia de la cadena siguiendo el contorno de fondo (d) y se divide por la longitud de la cadena (f), la relación obtenida a la inversa, se toma como un valor de complejidad topográfica (CT), siendo cero (0) completamente plano y uno (1) máxima complejidad topográfica.

$$CT = 1 - \left(\frac{d}{f}\right)$$

**Complejidad estructural del hábitat:** Se evaluó mediante análisis de clasificación “Cluster”, tomando el porcentaje cobertura de los distintos grupos morfofuncionales, la profundidad, número de oquedades y la CT. El análisis se realizó con el paquete estadístico PAST y se aplicó la distancia Euclidiana mediante el método de agrupamiento de Ward. Para mayor afinidad, la información se ordenó mediante un Escalamiento Multidimensional no métrico (nMDS), las proximidades (similitud-disimilitud), ayudaron a definir los tipos de ambientes asociados a los caladeros.

**Estructura de la comunidad íctica:** La composición especies y abundancia de peces conspicuos fueron descritas mediante el método de censos visuales por medio de buceo autónomo,

(Alzate *et al.*, 2014). Para esto, se utilizaron los transectos ya establecidos en la descripción de los fondos (50 m de longitud) por 5 m de ancho (Samoilys & Carlos, 2000; Galván-Villa *et al.*, 2010).

Los censos se realizaron entre las 08:00 – 16:00 horas, los organismos encontrados fueron identificados hasta nivel de especie (Robertson & Allen, 2015)

**Diversidad:** Se calculó mediante el índice de Shannon-Wiener  $H'$  ( $\log_{10}$ ), el índice proporciona información sobre la comunidad al considerar tanto el número de especies como la abundancia de cada una en los diferentes sitios muestreados.

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{N} \right) \log_{10} \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

**Equidad:** Se evaluó con el índice de Pielou. El valor máximo se alcanza cuando todas las especies son igualmente abundantes, por lo tanto, valores altos cercanos a uno equivalen a condiciones de uniformidad en la comunidad y valores bajos, cercanos a cero indican dominancia de algunas especies.

$$J = H' / \ln(S)$$

Índice de Valor Biológico (IVB): propuesto por Sanders, una de las características de este índice es el balanceo entre la abundancia espaciotemporal de especies, a través de la asignación de puntos en términos de la abundancia numérica en cada muestra (estación), en el cual se considera como una especie dominante a la que muestre constancia en su abundancia y frecuencia de aparición (Loya-Salinas y Escofet 1990) y recomienda usar el 95% de los individuos por muestra para eliminar datos carentes de información relevante.

### Análisis estadístico

Para determinar si existían diferencias significativas de la abundancia y riqueza de especies, respecto a las características del hábitat, se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA); en los casos donde se dieron diferencias se utilizó la prueba de Tukey HSD; para abundancias según profundidad, se hicieron comparaciones múltiples. Para conocer si existen diferencias significativas en cuanto a la diversidad y equidad en los dos años de estudio (2015-2016), se realizó una prueba t. Para los análisis se utilizó el programa SPSS, se estimaron los intervalos al 95% de confianza.

La afinidad de la asociación entre las especies de peces más abundantes y el hábitat, se realizó mediante un análisis de correspondencia canónica (Dominici-Arosemena & Wolf, 2006).

## RESULTADOS

Se realizaron 51 inmersiones con 58:02 horas de buceo, en las doce estaciones de la costa de Pixvae. La profundidad promedio de los doce transectos varió de 5 a 23 m. La mayor complejidad topográfica (CT) se presentó en Isla Muela y el valor más bajo en Playa Gone, una playa arenosa que muestra cierta estabilidad con formaciones de corales masivos dispersos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Características de las estaciones de muestreo asociada a los caladeros de pesca en la costa de Pixvae, E: Estación, CT: Complejidad topográfica, Prof. (Profundidad promedio) y OQ. (número de oquedades).**

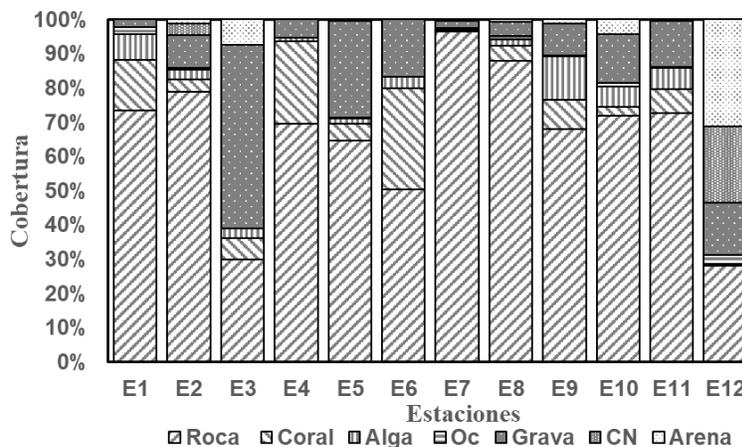
E	Nombre	Código	Coordenadas		CT	P (M)	OQ.
E1	Bajo la Boya S	BLBS	865285	435003	0.066	12	34
E2	Bajo la Boya	BLB	865349	435013	0.126	8	36
E3	Playa Gone	PG	865775	435351	0.025	5	17
E4	Isla Muela S	IMS	867054	434017	0.234	10	42
E5	Isla Muela O	IMO	867106	433981	0.295	12	32
E6	Isla Muela E	IME	867196	434105	0.093	7	70
E7	Isla Muela N	IMN	867358	433929	0.043	14	36
E8	Bajo Ruth	BR	866480	435512	0.050	11	38
E9	Bajo Moline II	BM II	866699	435697	0.224	8	40
E10	Bajo Moline	BM	866725	435659	0.124	7	46
E11	Isla Moline	IM	867013	435764	0.159	7	36
E12	Bajo Goyo	BG	868989	435351	0.123	23	14

### Composición y cobertura del sustrato

Los porcentajes de cobertura entre periodos de muestreo se distribuyen así: roca de 50% a 60%, arena y grava en un 18%, coral duro de 12% a 8 %, algas de un 11% a un 7%, coral negro se mantuvo en un 2 %, octocorales de 1.5% a un 0.70 %, esponjas se mantuvo en 1% y equinodermos presento una disminución de 1.20% a 0.60%.

Los mayores porcentajes de cobertura de coral se registraron alrededor de Isla Muelita (E4 y E6), aportando de un 25 a 30% de la cobertura. La mayor riqueza de corales duros se dio en la Bahía de Pixvae (E9: 10 especies; E10: 9 especies) y alrededores de Isla Muelita (E4, E5 y E6, con 7 especies en cada sitio). Los octocorales tuvieron presencia en la mayoría de los sitios, pero la mayor riqueza y cobertura se dio en Bajo la Boya (E1 y E2) (Figura 2, Cuadro 2).

El índice de diversidad de Shannon-Weiner ( $H'$ ) en los dos periodos (2015-2016) no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, fue evidente el deterioro de importantes arreglos coralinos en la transición de ambos periodos.



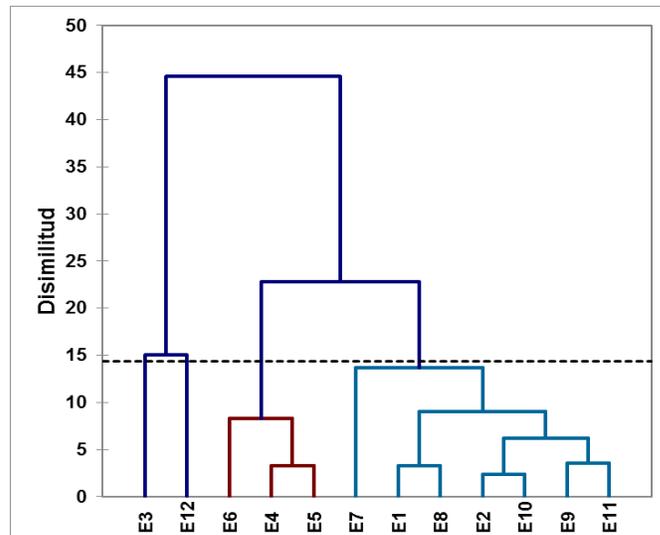
**Figura 2. Porcentaje de cobertura de los principales grupos morfofuncionales, asociados a los caladeros de pesca en la costa de Pixvae.**

**Cuadro 2. Especies de organismos bentónicos, encontrados en las diferentes estaciones de muestreo en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí.**

<b>Especie</b>	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
<b>Corales duros</b>												
<i>Pocillopora damicornis</i>	x		x	x	x	x	x		x		x	
<i>Pocillopora elegans</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Pocillopora eydouxi</i>				x	x	x						
<i>Porites lobata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Porites panamensis</i>		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
<i>Gardinoseris planulata</i>									x			
<i>Pavona chiriquensis</i>									x		x	
<i>Pavona clavus</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x	
<i>Pavona gigantea</i>	x	x					x	x	x	x	x	
<i>Pavona varians</i>									x	x	x	
<i>Psammacora stellata</i>				x	x	x			x		x	
<i>Tubastrea coccinea</i>												x
<b>Coral negro</b>												
<i>Myriopathes panamensis</i>		x										x
<b>Octocorales</b>												
<i>Leptogorgia alba</i>	x	x			x		x	x	x	x	x	x
<i>Leptogorgia cuspidata</i>	x											
<i>Pacifigorgia irene</i>	x	x										x
<i>Pacifigorgia rubicunda</i>												
<b>Equinodermos</b>												
<i>Acanthaster planci</i>										x		
<i>Pentaceraster cuminigi</i>		x					x		x			
<i>Pharia pyramidatus</i>												
<i>Diadema mexicanum</i>	x			x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Isostichopus fuscus</i>							x					
<i>Toxopneustes roseus</i>							x					

### Complejidad estructural de hábitat

El análisis “Clúster” de los 12 transectos basados en los atributos del hábitat (cobertura de los grupos morfofuncionales, número de oquedades, profundidad, complejidad topográfica) permitió identificar cuatro grupos de ambientes o fondos marinos (Figura 3).



**Figura 3.** “Clúster” distancia Euclidiana – Método de Ward, de los atributos del hábitat para las 12 estaciones de muestreo (E1-E12) en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí.

**Ambiente de Fondos Rocosos (arrecifes rocosos):** Son los fondos marinos dominantes en la costa de Pixvae, bajos de roca consolidada con superficies mayores a los 5 m, estos ambientes están en profundidades que varían entre 7 a 14 m, poblados por colonias de coral duro (ramificados y masivos) y octocorales; la roca se encuentran divididas por canales de arena-grava; su fauna la componen peces coralinos que aprovechan las grietas u oquedades para refugio de depredadores, este ambiente está dominado por peces de hábitos herbívoros principalmente, pero es común observar peces demersales, estadios juveniles de familias Lutjanidae (*Lutjanus novemfasciatus*, *L. argentiventris*), Serranidae (*Cephalopholis panamensis*, *Epinephelus labribormis*) y ocasionalmente peces nadadores activos (carángidos) que ingresan en gremios para alimentarse.

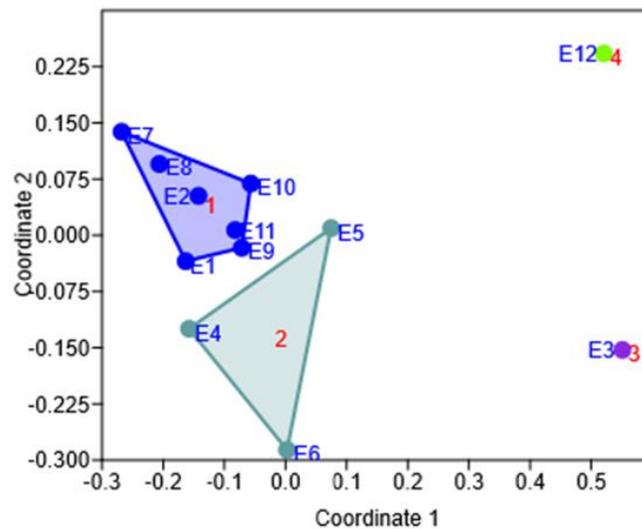
**Ambientes rocosos de paredes y roca pequeña:** Ambiente característico del sector sur, este y oeste de Isla Muelita (estaciones E4, E5 y E6); por ser uno de los sectores con más exposición oceánica presenta importantes arreglos coralinos, principalmente su cobertura, dominado por especies de la familia Pocillopora (*Pocillopora damicornis*, *P. elegans* y *P. eydouxi*), Poritidae (*Porites lobata*) y Agariciidae (*Pavona clavus*, *P. gigantea*); también cuenta con diversidad de peces coralinos de hábitos demersales y pelágicos, que incursionan al sitio para jornadas de alimentación; igualmente, este sitio es utilizado como estación de limpieza para especies transitorias de tortugas marinas (*Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas*). Por otro lado, se observó que zonas de rocas pequeñas y disgregadas, son de importancia en el ciclo reproductivo de especies como el pez sargento (*Abudefduf troschelii*), las hembras adhieren los huevos a la roca y brindan cuidado parental, para evitar que peces coralinos se alimenten de estos.

**Ambientes someros con formaciones de corales masivos:** Este ambiente corresponde al sitio de Playa Gone (E3-PG), cercano a punta Pixvae, cuenta con un fondo compuesto de arena-grava (esqueleto de coral) principalmente y arreglos de corales masivos (*Pavona clavus*) a profundidades menores a 8 m, con una fauna compuesta de peces juveniles de familias como Scaridae, Pomacentridae y Chaetodontidae, se aprecia poca densidad de peces y funciona como un

sitio de criadero donde las especies pueden migrar a ambientes más profundos o hábitats cercanos, como arrecifes de corales masivos.

**Ambientes de corales negros:** Localizado en la bahía de Rosario (E12 – Bajo Goyo), es uno de los sitios más frecuentados por los pescadores del sector, cuenta con una profundidad promedio de 23 m y un fondo compuesto de arena-grava con importantes arreglos de corales negros que asemejan arbustos y que componen gran parte de la cobertura del transecto. Aquí confluyen grandes cardúmenes de peces (hemúlidos y lutjánidos, principalmente) y a diferencia de otros sitios, se observan grandes depredadores tope como pargos (*Lutjanus novemfasciatus*) y mero (*Epinephelus quinquefasciatus*), es un sitio muy productivo para la pesca del sector y sus atractivos lo potencian como un sitio de interés para el buceo recreativo.

La afinidad entre estos ambientes (similitud/disimilitud), que muestra el gráfico de Escalamiento Multidimensional no Métrico “nMDS” indican que los sitios cuentan con gran afinidad, principalmente los grupos 1 y 2 (que corresponde a ambientes rocosos y ambientes de paredes con roca pequeña), mientras que el grupo 3 que corresponde a fondos someros de arena con arreglos de corales masivos, muestra distancia, lo que describe como un ambiente diferente; al igual que el grupo 4 que corresponde a la E12 Bajo Goyo, uno de los sitios más profundos, que cuenta con un ambiente característico compuesto principalmente de corales negros (Figura 4).



**Figura 4.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), muestra los patrones espaciales de afinidad de los sitios de muestreo en la costa de Pixvae.

El ANOVA de un factor muestra diferencias significativas entre los grupos, respecto al número de oquedades, el índice de Simpson´s, la riqueza y abundancia.

**Cuadro No. 3. Resultados de ANOVA de una vía y comparaciones múltiples entre grupos de ambientes en la costa de Pixvae.**

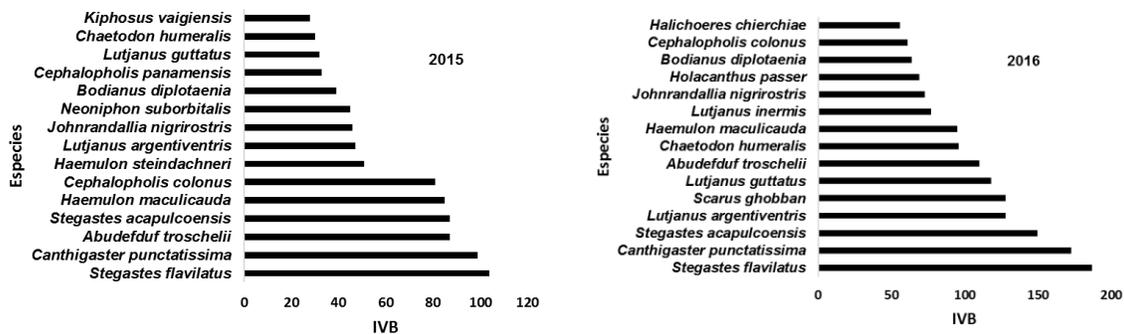
	<i>p</i>	F	Comparaciones múltiples
Diversidad de sustrato (índice de Simpson's)	0.000	0.73	grupo1=grupo2 ≠ otros grupos
Oquedades	0.005	7.939	grupo1=grupo2 ≠ otros grupos
Riqueza	0.003	9.191	grupo1=grupo2 ≠ otros grupos
Abundancia	0.000	20.387	grupo1=grupo2=grupo3≠grupo4

### Análisis de la comunidad de peces

Se contabilizaron un total de 3 348 peces, agrupados dentro de 20 familias, 34 géneros y 50 especies. Las familias con mayor cantidad de especies fueron: Labridae (5), Haemulidae (5), Lutjanidae (4), Pomacentridae (4), Scaridae (4) y Serranidae (4). Los sitios E1 y E2 (Bajo la Boya) ubicados en Punta Pixvae y el sitio E10 (Bajo Moliné) localizado en la bahía de Pixvae, presentaron la mayor riqueza con 25 especies y los valores más bajos se registraron en el sitio E3 (Playa Gone) y E12 (Bajo Goyo), con 11 y 12 especies, respectivamente. Los demás sitios no muestrearon una marcada diferencia con rangos que van de 15 a 21 especies. Al realizar un análisis de la varianza se encontró diferencias significativas entre la riqueza de especies entre sitios localidades ( $P < 0.05$ ).

### Índice de Valor Biológico (IVB)

De acuerdo con los resultados del IVB general, 10 especies fueron consideradas dominantes para el año 2015, *Stegastes flavilatus* (8.74%), *Canthigaster punctatissima* (8.32%), *Abudefduf troschelii* (7.31%), *Stegastes acapulcoensis* (7.31%), *Haemulon maculicauda* (7.14%), *Cephalopholis colonus* (6.81%) y *Haemulon steindachneri* (4.29%). Mientras que para el 2016 fueron: *Stegastes flavilatus* (8.23%), *Canthigaster punctatissima* (7.61%), *Stegastes acapulcoensis* (6.60%), *Lutjanus argentiventris* (5.63%), *Scarus ghobban* (5.63%), *Lutjanus guttatus* (5.19%), *Abudefduf troschelii* (4.84%), *Chaetodon humeralis* (4.22%) y *Haemulon maculicauda* (4.18%). Estas especies acumularon el 50% del puntaje total para ambos periodos, sin cambios marcados en la dominancia (Figura 5).



**Figura 5. Especies de peces dominantes en la costa de Pixvae, de acuerdo con los valores del Índice de Valor Biológico. A) periodo 2015; B) periodo 2016.**

### Análisis de correspondencia canónica (CCA)

Al relacionar los atributos de la complejidad estructural del hábitat, con la presencia de especies de peces de mayor dominancia, se observa que especies como *Lutjanus guttatus* (LGU) y *Chaetodon humeralis* (CHU), están vinculados a ambientes profundos, como también a la presencia de corales negros y octocorales; por otra parte, en ambientes de roca consolidada o arrecifes rocosos de profundidad media ( $\pm 15\text{m}$ ), está estrechamente relacionado con la presencia de especies de peces coralinos como *Haemulon maculidauda* (HMA), *Johnradalia nigrirostris* (JNI), *Cephalopholis colonus* (CCO), *Holacanthus passer* (HPA) y *Scarus ghobban* (SGH). Mientras que la rugosidad, el número de oquedades y la cobertura de corales duros, estuvo relacionada con especies como *Stegastes flavilatus* (SFL), *S. acapulcoensis* (SAC), *Lutjanus argentiventris* (LAR) y *Bodianus diplotaenia* (BDI) (Figura 6).

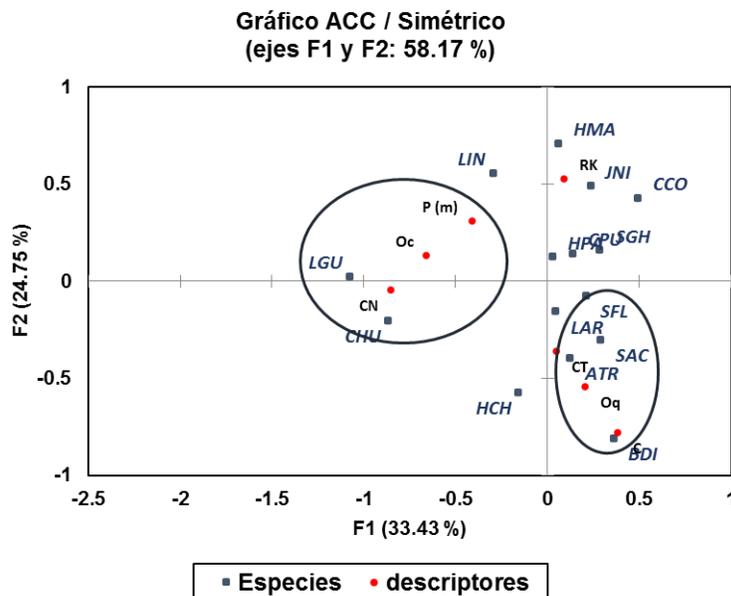


Figura 6. Análisis de correspondencia canónica (CCA) de peces conspicuos relacionados con los atributos del hábitat

## DISCUSIÓN

**Características del hábitat:** Los resultados muestran que en la costa de Pixvae, los ambientes marinos asociados a los caladeros de uso artesanal, están constituidos principalmente de bajos rocosos con cobertura promedio de 65% (ámbito 27.71-92.08); Se pudieron identificar cuatro grupos de ambientes o fondos, con base en los descriptores del hábitat, siendo los fondos arrecifales tipo rocoso (Grupo 1) los dominantes y presentan gran afinidad de atributos ecológicos de los fondos rocosos de paredes y rocas pequeñas (Grupo 2). Al analizar los índices ecológicos, muestra que ambientes rocosos asociados a Isla Muela (E5) y la bahía de Pixvae (E7, E8 y E9) son topográficamente más complejos y albergan una mayor diversidad de organismos bentónicos; sin embargo, la fauna bentónica de invertebrados móviles estuvo compuesta de equinodermos y se

observaron importantes concentraciones en alrededores de Isla Muela. Graham *et al.*, (2011), encontraron que la composición de la comunidad bentónica en el POT (Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador), muestra cierto grado de variación con mayores densidades en zonas costeras de acceso a la pesca con relación a áreas marinas protegidas, consideran esta variación un efecto secundario de la sobrepesca, debido a que los macroinvertebrados son presas de grandes peces depredadores (meros, pargos) y langostas (*Panulirus gracilis*); la presencia de esta última, estuvo asociada a Isla Muela y Bajo Goyo. Por otra parte, este sustrato rocoso promueve el asentamiento de importantes arreglos coralinos y fauna asociada. Se registran 12 especies de coral escleractinio de las 23 especies descritas por Guzmán & Breedy (2008), para el Pacífico Occidental de Panamá.

Estudios realizados en los golfos de Chiriquí y Panamá destacan la importancia de los fondos rocosos como hábitat para un sinnúmero de especies, principalmente por la disponibilidad de refugio y alimento, especialmente en áreas biogeográficas empobrecidas de arrecifes coralinos como es el caso del POT (Dominicci-Arosemena & Wolf, 2006; Benfield, *et al.*, 2008). La cobertura promedio de coral fue de 9.5% (ámbito 8-12) y estuvo compuesta principalmente por especies del género *Pocillopora* (>70%). Ambientes de someros de arena con arreglos de corales masivos (Grupo 3) corresponde a un ambiente simple (0.025 complejidad topográfica) con escasa presencia de invertebrados móviles y corales blandos. En el caso de ambientes profundos dominados de corales negros (Grupo 4), muestra cobertura de 25%, con arreglos que alcanzan hasta cerca de 1.5 m, sus ramas permiten que se fijen bivalvos y en las bases rocosas se resguardan algunas langostas; presenta una menor riqueza de especies si se compara con los bajos rocosos; sin embargo, este fondo cubierto de vida propicia la abundancia de algunas especies peces. Gratwicke & Speight (2005), al relacionar las variables que definen el hábitat, encuentra que la altura del fondo es un factor que incide en la abundancia de peces.

**Análisis de la comunidad de peces:** Este estudio encontró que la profundidad es un factor determinante en la abundancia de peces, Bajo Goyo (E12) mostró diferencias significativas en abundancia con relación a los demás sitios, se reportaron abundancia >500 individuos un promedio de 90.15, especialmente de la familia Lutjanidae (*Lutjanus guttatus*) y Haemulidae (*Haemulon maculicauda*), mostró diferencia significativa con relación a los demás sitios. Seguidamente, el sector de Bajo La Boya (E1 y E2) con 242 y 277 organismos, con promedios de 18.62 y 21.31 respectivamente, un aspecto importante de resaltar es que los ambientes de ambas localidades Bajo Goyo y la Boya, cuentan con presencia de corales negros, Gratwicke y Speight (2005) indican que un componente que influye en la abundancia de peces es la altura del fondo. Otro aspecto importante para destacar es que, en ambientes profundos de corales negros, se observaron depredadores topos (> 1 m) como el Mero de profundidad del Pacífico (*Epinephelus quinquefasciatus*) y pargo negro (*Lutjanus novemfasciatus*),

La relación entre los atributos del hábitat y la presencia de peces dominantes indica que peces de importancia comercial como el grupo de los pargos, mantienen presencia en la mayoría de los sitios, especies como *Lutjanus argentiventris*, se encuentran en ambientes rocosos de poca profundidad, mientras que *Lutjanus guttatus* presenta importantes abundancias en ambientes profundos, indicando que existe gran disponibilidad de recursos en los diferentes sitios de pesca en la costa de Pixvae. Por otra parte, ambientes rocosos de la bahía de Pixvae sostienen un elenco diverso de grupos tróficos que incluye peces plactívoros, herbívoros, invertívoros móviles que muestran una amplia distribución espacial y se encuentran relacionados con la cobertura de coral. Según Glynn (2017), especies de la familia Scaridae desempeñan un rol de importancia en la repoblación de colonias de coral. También se observa que especies *Abudefduf troschelii* muestran

gran relación con las oquedades de ambientes rocosos de paredes y roca pequeña, ya que utilizan estos sitios para la reproducción, aquí adhieren sus huevos en las oquedades que se forman entre rocas y brindan un cuidado parental ante los depredadores, principalmente peces coralinos como *Microsphotodon dorsalis*, *Chaetodon humeralis* y *Holacanthus passer*. De manera general, el elenco de peces conspicuos de la costa de Pixvae, se encuentra dominado por peces de coralinos de tamaño pequeño, son pocos los avistamientos de depredadores tope, los cuales están relacionados a fondos profundos de corales negros, en más de 50 inmersiones solo se avistaron dos tiburones punta blanca (*Triaenodon obesus*), asociado a los sectores más alejados de la costa. Según Sala *et al.*, (2004), la ausencia de depredadores topes es uno de los primeros indicativos de sobrepesca y casos como este es común a lo largo de las costas del Pacífico Oriental Tropical, por lo que son necesario contar con herramientas de manejo que ordenen la actividad de pesca que aquí se desarrolla, principalmente por la conectividad entre ambientes y sus recursos con el Parque Nacional Coiba.

## CONCLUSIÓN

Los ambientes coralinos de la costa de Pixvae se componen de bajos rocosos en un 60%, estos bajos permiten el asentamiento de importantes arreglos de corales escleractino principalmente de la familia Milleporidae y están estrechamente relacionados con la riqueza de peces coralinos del sector, mientras que ambientes profundos mayores a 20 m están dominados por la especie de coral negro (*Myriopathes panamensis*) está relacionado a la abundancia de pargo mancha (*Lutjanus guttatus*), roncadores y presencia de depredadores tope como mero (*Epinephelus quinquefasciatus*) y pargo dientón (*Lutjanus novemfasciatus*). Estas comunidades coralinas deben ser atendidas, en función de dar protección especial, tal y como lo solicita la comunidad de Pixvae, al pedir la exclusión del uso de trasmallos en la zona.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Conservación Internacional (CI), por el apoyo financiero para el desarrollo del proyecto y a la comunidad de Pixvae.

## REFERENCIAS

- Alzate, A, Zapata, F. & Giraldo, A. (2014). A comparison of visual and collection-based methods for assessing community structure of coral reef fishes in the Tropical Eastern Pacific. *Rev. Biol. Trop.*, 62 (Supl. 1), 359-371.
- Aronson, R.B. & Swanson, D.W. (1997). Video surveys of coral reefs: uni and multivariate applications. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym.*, 2, 1923-1926.
- Benfield, S., Baxter, L., Guzman H. & Mair, J. (2008). A comparison of coral reef and coral community fish assemblages in Pacific Panamá and environmental factors governing their structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88 (7), 1331–1341.
- Castroviejo, S. e Ibáñez, A. (2005). Estudios sobre la biodiversidad de la región de Bahía Honda (Veraguas, Panamá). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España.

- Dominici-Arosemena, A & Wolff, M. (2006). Reef fish community structure in the Tropical Eastern Pacific (Panamá): living on a relatively stable rocky reef environment. *Helgol. Mar. Res.*, 60, 287-305.
- Ferreira C., E.L., Gonclaves, J. E.A. & Coutinho, R. (2000). Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes*, 61, 353–369.
- Friedlander, A.M. & Parrish, J.D. (1997). Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 224, 1-30.
- Galván-Villa, C. M., Arreola-Robles, J. L., Ríos-Jara, E. & Rodríguez-Zaragoza, F. (2010). Reef fish assemblages and their relation with the benthic habitat of Isabel Island, Nayarit, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45 (2), 311-324.
- Garza-Pérez J.R. (2011). Evaluación de comunidades bentónicas arrecifales. Guía de campo y laboratorio. PAPIME, DGAPA-UNAM, 25pp.
- Glynn, P. W. (2017). History of Eastern Pacific Coral Reef Research. Coral reef of the Tropical Eastern Pacific persistence and loss in a dynamic environment. *Coral reef of the world 8*, Springer, 1-38p.
- Graham, J.E., Banks, S.A., Bessudo, S., Cortés, J., Guzmán, H.M., Henderson, S., Martinez, C., Rivera, F., Soler, G., Ruiz, D. & Zapata, F.A. (2011). Variation in reef fish and invertebrate communities with level of protection from fishing across the Eastern Tropical Pacific seascape. *Global Ecology and Biogeography*, 20, 730–743.
- Gratwicke, B. & Speight, M.R (2005). The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66, 650–667
- Guzmán, H.M., y Breedy, O. (2008). Distribución de la diversidad y estado de conservación de los arrecifes coralinos y comunidades coralinas del Pacífico occidental de Panamá (Punta Mala - Punta Burica). First ed. Arlington, Virginia: The Nature Conservancy.
- Kohler, K.E. & Gill, S.M. (2006) Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe): A Visual Basic Program for the Determination of Coral and Substrate Coverage Using Random Point Count Methodology. *Computers and Geosciences*, 32, 1259-1269.
- Loya-Salinas, D.H. y Escofet, A. (1990). Aportaciones al cálculo del índice de valor biológico (Sanders 1960). *Ciencias Marinas*, 16(2), 97-115.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. & Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*, 279, 860-863.
- Ramírez-Ortiz, G., Calderón-Aguilera, L.E., Reyes-Bonilla, H., Ayala-Bocos, A. Hernández, L. Rivera-Melo, F. López-Pérez A. & Dominici-Arosemena. A. (2017). Functional diversity

- of fish and invertebrates in coral and rocky reefs of the Eastern Tropical Pacific. *Marine Ecology*, 38, e12447.
- Roberts, C.M. (1995). Effects of Fishing on the Ecosystem Structure. *Conservation Biology*, 9 (5), 988-995.
- Roberts CM, Bohnsack, J.A., Gell, F., Hawkins, J.P. & Goodridge, R. (2001). Effects of marine reserve on adjacent fisheries. *Science*, 294, 1920-1923.
- Robertson, D.R. & Allen, G.R. (2015). Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific: online information system. Versión 2.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- Sala, E., Aburto-Oropeza, O, Reza, M., Paredes, G. & López-Lemus, L.G. (2004). Fishing Down Coastal Food Webs in the Gulf of California, *Fisheries*, 29:3, 19-25.
- Salas S, Chuenpagdee, R., Seijo, J.C. & Charles, A. (2007). Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research*, 87, 5–16.
- Samoilys, M.A. & Carlos, G. (2000). Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes. *Environmental Biology of Fishes* 57, 289–304.
- Tokeshi, M. & Arakaki, S. (2012). Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond. *Hydrobiologia*, 685, 27–47.
- Valiela, I., Pascual, J., Giblina, A, Barth-Jensena, C., Martinetto, P., Ottera, M., Stone, T, Tucker, J., Bartholomew, M. & Vianad, I.G. (2018). External and local controls on land-sea coupling assessed by stable isotopic signatures of mangrove producers in estuaries of Pacific Panama. *Marine Environmental Research* 137, 133–144
- Valiela, I., Bartholomew, M., Giblin, A., Tucker, J., Harris, C., Martinetto, P., M. Otter, Camilli, L. & Stone, T., (2014). Watershed deforestation and down-estuary transformations alter sources, transport, and export of suspended particles in Panamanian mangrove estuaries. *Ecosystems* 17, 91–111.
- Valiela, I., Giblin, A., Barth-Jensen, C., Harris, C., Stone, T., Fox, S. & Crusius, J., (2013). Nutrient gradients in Panamanian estuaries: effects of watershed deforestation, rainfall, upwelling, and within-estuary transformations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 482, 1-15.
- Vega, A. J, Robles P., Y.A. y Maté, J.L. (2016a). La pesca artesanal en el Parque Nacional Coiba y zona de influencia. *Biología y pesquería de sus principales recursos, con recomendaciones de manejo*. Fundación MarViva, Ciudad de Panamá, Panamá, 67pp.
- Vega A.J., Maté, J. & Robles P., Y. A. (2016b). First Report of Reproductive Aggregations for Pacific Red Snappers *Lutjanus peru* (Nicholson y Murphy, 1992) and Spotted Rose Snapper *L. guttatus* (Steindachner, 1869) in the Coiba National Park, Pacific of Panama. *Proceedings of the 68th Gulf and Caribbean Fisheries Institute.* (68):112-117.

# DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES SITOS DE BUCEO EN LA COSTA DE PIXVAE, PACÍFICO PANAMEÑO

## DESCRIPTION OF THE MAIN DIVING SITES IN THE PIXVAE COAST FROM PANAMANIAN PACIFIC

Luis A. Montes<sup>1</sup>, Ángel J. Vega<sup>1,2</sup>, Kevan Mantell<sup>3</sup> y Yolani A. Robles P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Panamá - Centro de Capacitación, Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad en el Parque Nacional Coiba (CCIMBIO-COIBA-UP); [montes\\_lu@hotmail.com](mailto:montes_lu@hotmail.com); [angel.vega@up.ac.pa](mailto:angel.vega@up.ac.pa); [yolany.robles@up.ac.pa](mailto:yolany.robles@up.ac.pa) Panamá

<sup>2</sup> Estación Científica del Parque Nacional Coiba (Coiba-AIP)

<sup>3</sup> Dive Base Coiba; [uwkevan@gmail.com](mailto:uwkevan@gmail.com)

### RESUMEN

Los ambientes marinos en la franja continental del área de influencia del Parque Nacional Coiba (PNC), cuenta con importantes atributos ecológicos que mantienen una estrecha relación con el área protegida. Es así que, con la finalidad de caracterizar los fondos marinos en la ensenada de Pixvae, área de co-manejo para la pesca responsable, se realizaron descripciones de los principales atributos donde se documenta una serie de componentes ecológicos por medio de fotografías y bosquejos de los fondos, para representar las características ecológicas del sitio y la diversidad marina que alberga, y brinda la oportunidad para desarrollar actividades sustentables independientes a la pesca, como el buceo recreativo y científico, lo que puede repercutir en alternativas económicas para la comunidad, enfocadas en la recuperación y conservación del sistema. Sin duda, las características de las comunidades coralinas asociadas a los fondos de la ensenada de Pixvae presentan atributos que las hacen atractivas para desarrollar el turismo ecológico.

**PALABRAS CLAVES.** Arrecife de coral, corales negros, comunidades coralinas, buceo autónomo, conservación

### ABSTRACT

The marine environments in the continental shelf within the influence zone of Coiba National Park have important ecological attributes that maintain a close relationship with this protected area. Due to this particular trait, a characterization of marine bottoms in Ensenada de Pixvae (co-management area for responsible fishing), was conducted by describing and documenting the main ecological aspects by means of photography and substrate sketches to represent the ecological features and its associated marine species diversity. The survey indicated opportunity to develop sustainable activities independent from fishing such as, scientific and recreational diving, which can provide economical alternatives for the local communities, with a focus on recovery and conservation of the system. There is no doubt; the characteristics of coralline communities associated to the bottoms of Ensenada de Pixvae possess attributes that generate interest for development of ecological tourism.

**KEYWORDS.** Coral reef, black coral, coralline communities, autonomous diving, conservation

Artículo recibido: 25 de agosto de 2020

Artículo aceptado: 28 de septiembre de 2020

### INTRODUCCIÓN

A partir de los descubrimientos realizados por Peter Glynn, en la década de los 70, donde documenta la existencia de arrecifes coralinos en el Pacífico de Panamá, se abre la ventana a un

mundo de investigaciones marinas en tema de arrecifes y comunidades coralinas en la región. Para este nuevo ambiente de estudio se ha generado importante información para establecer líneas de gestión enfocadas en la conservación y uso sustentable de los recursos marinos en áreas marinas de gran interés como es el Parque Nacional Coiba (PNC), uno de los parques naturales con mayor extensión marina de la región (Glynn *et al.*, 1972; Guzmán *et al.*, 2004; ANAM, 2009).

Para el PNC se ha documentado que presenta las mayores coberturas de arrecife de coral en la región, donde se han identificado hasta 52 especies de octocorales, muchas endémicas, que brindan un ambiente que sostienen una alta biodiversidad con complejas interacciones y procesos ecológicos claves en pináculos submarinos, como las agregaciones reproductivas de especies de importancia para la pesca comercial (Guzmán & Breedy, 2008; Vega *et al.*, 2016). Sin embargo, durante mucho tiempo, el aprovechamiento de recursos, tanto en el PNC como en su zona de influencia, se ha enfocado principalmente en la extracción de recursos pesqueros (Montenegro, 2007), y desde la promulgación del plan de manejo del PNC, en el 2009, su implementación ha sido muy baja, lo que ha llevado a una mayor presión sobre los recursos y el medio. Ante esta preocupación, se crea la primera zona de co-manejo en la bahía de Pixvae, zona de amortiguamiento del PNC, mediante resuelto ADM-ARAP-2019, gracias al interés de la comunidad y principalmente al apoyo de actores claves durante el proceso, como la académica, las ONGs, la comunidad y las autoridades. Es así como este documento describe, de manera general, los principales atractivos para el buceo recreativo y científico, dentro del área de co-manejo, con miras a potencializar actividades que brinden beneficios económicos más allá de la pesca, con una base científico-técnica que permita dar seguimiento al impacto producido por las actividades de buceo y pesca que se puedan desarrollar en el sitio.

## MATERIALES Y METODOS

**Área de estudio:** La zona de co-manejo para la pesca responsable en la bahía de Pixvae, cuenta con un área marina que cubre una extensión superficial de 34.11 km<sup>2</sup>, una longitud de norte a sur de 2.3 millas náuticas, un ancho máximo de 4.6 millas náuticas y se encuentra entre la bahía de Punta Muerto al norte (81°36'16.33''W – 7°52'48.1''N) a Punta Gorda (81°35'36.27'' W – 7°48'13.60'' N). Su litoral se conforma de playas de arena y roca, sustratos fangosos asociados parches de manglar y la descarga de afluentes como río Muerto, río La Aguja, río Rosario, río Pixvae, río Seco y río Mona.

**Descripción de los sitios:** Con el apoyo de pescadores locales se realizaron recorridos en la costa de Pixvae para identificar los principales bajos (promontorios submarinos) utilizados para la pesca y extracción de invertebrados. Se consideraron sitios con profundidades dentro de los límites de buceo recreativo (<30 m de profundidad), se sondearon mediante ecosonda y una vez posicionado sobre el bajo, estos fueron georreferenciados. La descripción de la vida marina en cada sitio se hizo con base a componentes ecológicos (riqueza, abundancia, diversidad) para la composición de los bentos, según protocolo establecido en la metodología de Garza-Pérez (2011), modificado de Aronson y Swanson (1997). De igual manera, se realizaron censos visuales para describir el elenco de peces conspicuos y buceos en los extremos de cada bajo para una mejor descripción de los sitios (Montes *et al.*, en prensa). Con esta información y las observaciones realizadas en cada sitio, se procedió a realizar una serie de representaciones esquemáticas que apoyan la descripción de los diferentes sitios.

## RESULTADOS

La costa de Pixvae cuenta con diversos ambientes submarinos que incluyen desde arrecifes y bajos rocosos, arrecife de coral y comunidades coralinas, fondos de corales negros y fondos arenosos. La descripción y composición de los fondos, por caladero de pesca es la siguiente:

### Punta Pixvae

**Bajo La Boya (7°49'41.46''N-81°35'22.09''W):** Consiste en una piedra que sube del fondo desde una profundidad de 19 m en su parte este y 12 m en su lado oeste, en mareas bajas esta estructura rocosa emerge casi un metro sobre la superficie. Esta formación se dispone de norte a sur, en este último lado pasa un canal de arena a unos 14 m de profundidad, seguidos de otra formación rocosa que se aproxima hasta unos 8 m de la superficie, sus paredes rocosas están dominadas por octocorales y algunas esponjas incrustantes.

En su lado oeste, desciende hasta unos 28 m, donde se pueden observar algunas estaciones de limpieza donde participan peces de la familia Labridae y Chaetodontidae, también cuenta con formaciones de corales negros dispersos que cubren las rocas. A unos 5 m de la superficie, el bajo presenta una porción plana, donde se observa la mayor proporción de corales duros dominado por *Pocillopora*, y sobre las paredes de la roca gran cantidad de octocorales, de igual manera se aprecian grietas habitadas por peces (Holocentridae, Muraenidae, Serranidae, entre otros) y equinodermos. Por ser un sitio utilizado por pescadores, es común encontrar restos o artes de pesca abandonados como trasmallos, líneas de mano y anzuelos. No se observaron depredadores topes en este sitio, solo un ejemplar juvenil del tiburón punta blanca (*Triaenodon obesus*).

La estación presenta un porcentaje de cobertura de roca superior al 60%; a pesar de contar con poca cobertura de corales duros, los mayores arreglos coloniales presentes corresponden a especies como *Porites lobata*, *Pavona clavus* y *P. gigantea*. Por otra parte, en su sector oeste (parte más profunda) se encuentran rocas cubiertas de octocorales (Gorgonidae y Plexauridae) de colores llamativos e importantes coberturas de coral negro *Myriopathes panamensis* (Figuras 1 y 3).

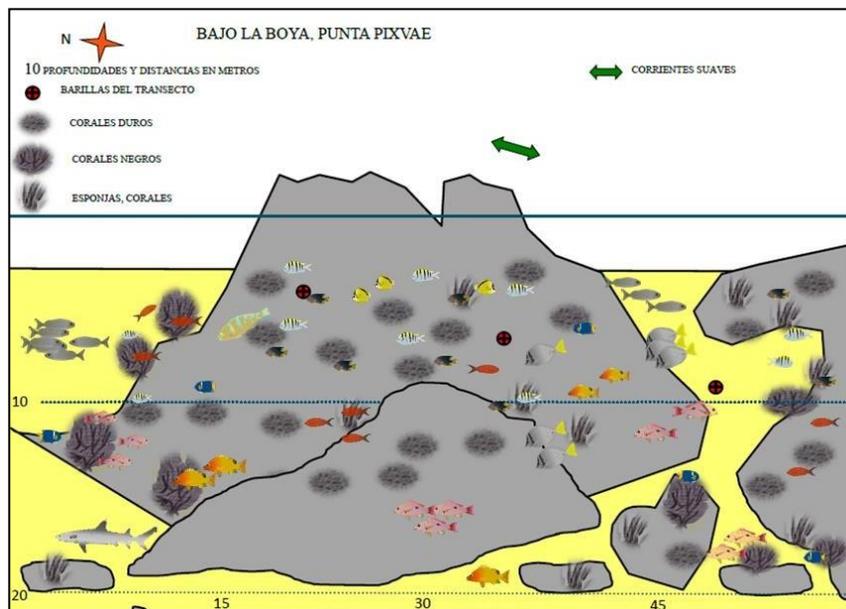


Figura 1. Representación esquemática de Bajo la Boya

**Arrecife de Punta Pixvae (7°49'57.5"N-81°35'14.9"W):** Localizado en litoral rocoso de Punta Pixvae, el sitio consiste en un arrecife de corales masivos de la familia Agariciidae, compuesto principalmente por *Pavona clavus*, cuenta con estructuras erectas que alcanzan hasta 1.5 m de alto, ubicado en un rango de profundidad entre 5 a 8 m; en los bordes de la parte más somera del arrecife se encuentran colonias de coral ramificado (*Pocillopora elegans* y *Pocillopora damicornis*) y en menores proporciones *Pavona varians*. La estructura del arrecife permite el asentamiento de una variada vida marina desde organismos bentónicos (equinodermos, tunicados, ascidias, esponjas y octocorales) que aprovechan la disposición de espacios entre el entramado de canales y agujeros que forma el arrecife (Figuras 2 y 3).

Caso similar sucede con el elenco de peces conspicuos, se aprecian importantes densidades de peces coralinos de las familias Pomacentridae, Haemulidae, Lutjanidae y Holocentridae. Entre el grupo de los pargos se encuentran el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*), pargo mancha (*L. guttatus*) y pargo negro (*L. novemfasciatus*) (Figura 3).

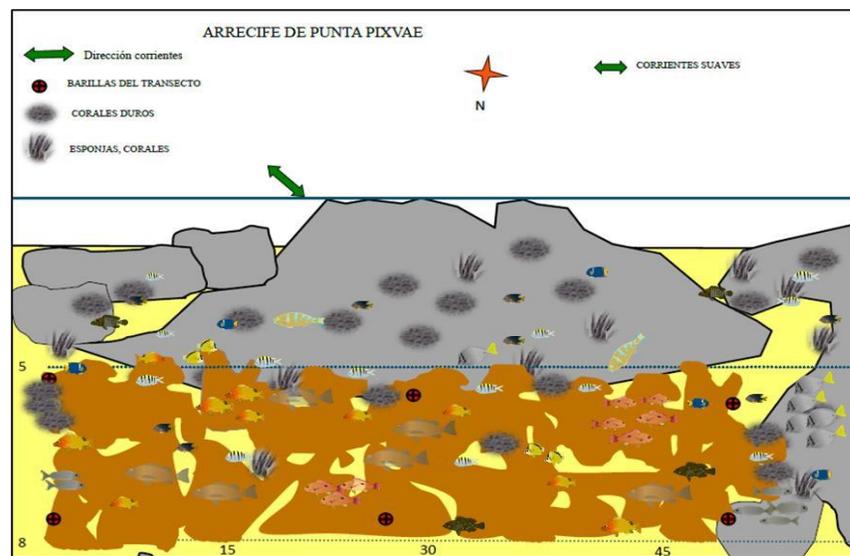


Figura 2. Representación esquemática del Arrecife de Punta Pixvae.

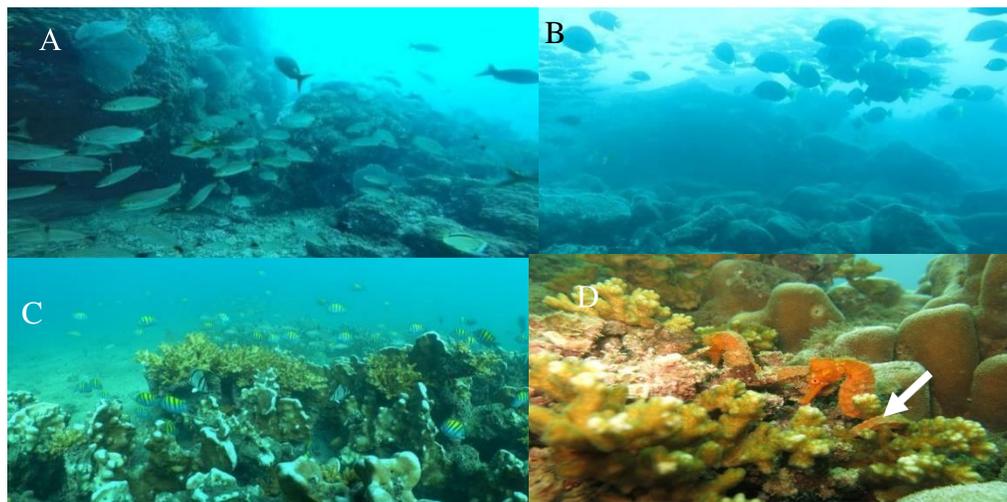


Figura 3. Ambientes marinos de punta Pixvae. A y B) Comunidades coralinas de bajo la Boya; C) Arrecife de punta Pixvae; D) Caballitos de mar (*Hippocampus ingens*) (flecha), aferrados a ramas del coral *Pocillopora damicornis* en el arrecife de punta Pixvae

## Isla Muela

Ubicada en la entrada de la ensenada de Pixvae, consiste en sistema de piedras que conforma un arrecife rocoso con comunidades coralinas dispersas, cuenta con características particulares que se aprecian en sentido este de la Isla (hacia el continente), con el lado oeste (hacia el océano). Estos ambientes cuentan con una variada ictiofauna dominado por peces de arrecife, también, es común el avistamiento de peces de hábitos pelágicos y tortugas marinas, que ingresan en jornadas de alimentación o por las estaciones de limpieza.

**Isla Muela sur (7°50'36.94''N-81°35'54.69''W):** Consiste en un promontorio de piedra que se eleva de 6 a 8 m en su parte más cercana a la superficie, está relativamente plana (su parte somera) y abarca un área próxima a los 30 m<sup>2</sup>, se observan grandes colonias de corales masivos como *Pavona clavus* y *Porites lobata*, de igual forma, parches de *Pocillopora* (*P. elegans*, *P. damicornis* y *P. eydouxi*); en sus parte más profunda desde los 15 a ±20 m donde termina la roca, se encuentran octocorales de los géneros *Pacifigorgia* y *Leptogorgia*.

El elenco de peces conspicuos lo conforman peces coralinos (Pomacentridae, Labridae, Scaridae, Haemulidae y Serranidae). Este sitio, al tener influencia oceánica, es propenso al ingreso de grupos de carángidos (*Caranx caballus* y *C. sexfasciatus*), como también importantes avances de sardinas (durante la temporada seca) que atraen peces cazadores de nado activo. Por otra parte, donde termina la roca no se encontró ~~encontramos~~ con un fondo de arena que conecta con otros bajos, en este fondo arenoso se encuentra otro tipo de vida donde se observan rayas (*Dasyatidae* y *Rhinobatidae*), serránidos (*Diplectrum* sp.), lenguados (*Achiridae*, *Cynoglossidae*) y peces escorpión (*Scorpaenidae*), además de anemonas y estrellas de mar (Figura 4).

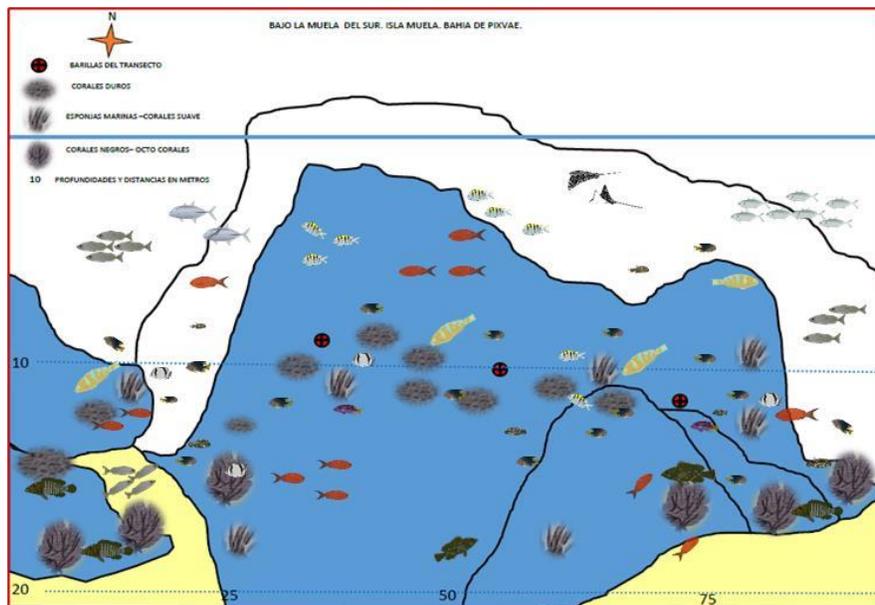


Figura 4. Representación esquemática del bajo de Isla Muela Sur

**Isla Muela Oeste (7°50'38.63''N-81°35'55.87''W):** Un bajo muy similar, en lo que atributos físicos y ecológicos se refiere, con sector sur. Cerca de los 20 m se encuentra la roca con la arena, pero cuenta con una caída en sentido oeste que llega hasta  $\pm 60$ m; esta parte de la isla tiene mayor influencia de corrientes marinas y oleaje, pero presenta poca cobertura de coral, las especies presentes consisten en arreglos coralinos del género *Pavona* y colonias ramificadas de *Pocillopora*, de manera dispersa. Se ha observado agregaciones de *Pentaceraster cumigi* de más de 70 individuos, además del erizo *Toxopneustes roseus*. En tiempo de avistamiento de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*), se les observa bien cerca del bajo.

**Isla Muela Este (7°50'41.57''N-81°35'51.82''W):** Se posiciona frente a la costa de Pixvae, cuenta con una profundidad de  $\pm 10$  m donde la roca se encuentra con la arena y llega hasta los 15 m a medida que se nada en dirección norte de la isla, donde se ubican rocas de gran tamaño ( $>3$ m) y que son independientes de la isla. Por estar relativamente protegida de la influencia oceánica, en este sitio se observan las mayores coberturas de coral escleractino con respecto a las demás comunidades coralinas de Pixvae, dominada por colonias de corales ramificados pocilopóridos (*Pocillopora elegans*, *P. damicornis* y *P. eydouxi*) y del coral masivo *Porites lobata*, que se asientan sobre el sustrato rocoso compuesto por rocas de tamaños variados (Figura 5).

La estructura de la comunidad de peces conspicuos estuvo bajo el dominio de peces de arrecife, se reportan cerca de 22 especies, también es un sector donde confluyen peces como la salema (*Kyphosus oscyurus*), roncadoreos (*Haemulon maculicauda*), pargo chotillo (*Lutjanus colorado*), además de tortugas marinas (*Chelonia mydas agassizii*). Estos ambientes alrededores de isla Muela, cuenta con gran presencia de equinodermos como erizos, pepinos y estrellas de mar, se encuentran cerca de 4 especies de estrellas marinas, con una presencia importante de la estrella corona de espinas (*Acanthaster planci*) alimentándose tanto de colonia de corales masivos, ramificados e incluso corales negros. Un punto de importancia es la presencia de pargo coliamarillo (*Lutjanus argentiventris*), que convierte al sitio en un punto de interés pesquero, lo que se pone de manifiesto por los restos de redes de enmalle (trasmallos), cuerdas y plomos, que se pueden encontrar en el bajo.

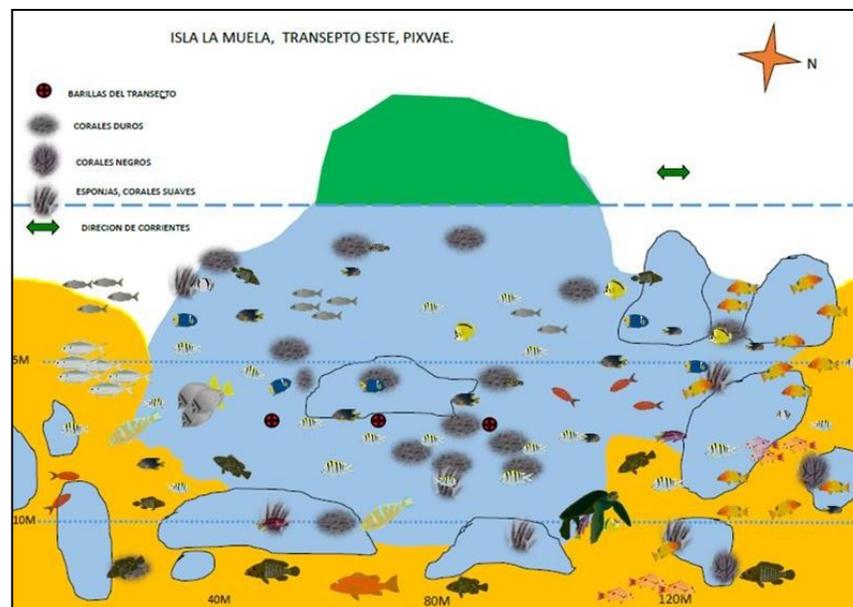
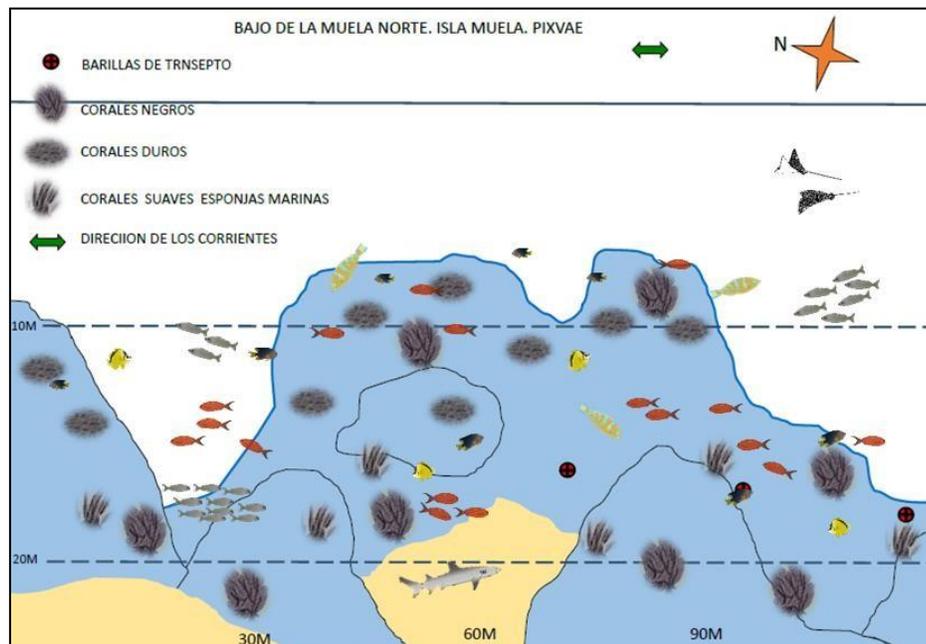


Figura 5. Representación esquemática de Bajo Muela Este

**Isla Muela Norte (7°50'46.83''N-81°35'57.58''W):** Este bajo lo compone en una roca independiente de la isla, se sitúa a una distancia de aproximadamente 150 m en dirección norte, su parte más somera alcanza entre 6-8 metros, cerca de la superficie en donde se asientan las principales colonias de coral escleractinio, cuenta con gran influencia de corrientes lo que condiciona la presencia de octocorales y esponjas erectas bien desarrolladas (hasta de 0.50 m). Este es un bajo amplio que, incluso en su lado este, se puede conectar con la parte oeste de Isla Muela por medio de un canal de arena de entre 15-20 m de profundidad, mientras su sector sur presenta una caída de más de 60 m. Este bajo es un punto con presencia importante de equinodermos, hasta 5 especies de erizos (*Diadema mexicanum*, *Toxopneustes roseus*, *Astropyga pulminata*, *Eucidaris thouarsii* y *Tripneustes depressus*), estrellas de mar y pepinos (Figura 6 y 7).

Durante la evaluación, se pudo observar solo un ejemplar de tiburón punta blanca (*Triaenodon obesus*) en cuevas formadas donde se encuentra la roca con la arena; por otra parte, la estructura de peces estuvo compuesta de peces coralinos, en menor diversidad que los ambientes de isla Muela, sin embargo, en este sitio se puede observar cardúmenes de peces nadadores como barracudas (*Sphyraenidae*), catecismos (*Ephippiidae*) y cojinúa (*Caranx caballus*), además de rayas águila (*Aetobatus narinari*) y rayas bentónicas.



**Figura. 6. Representación esquemática de Bajo Muela Norte**



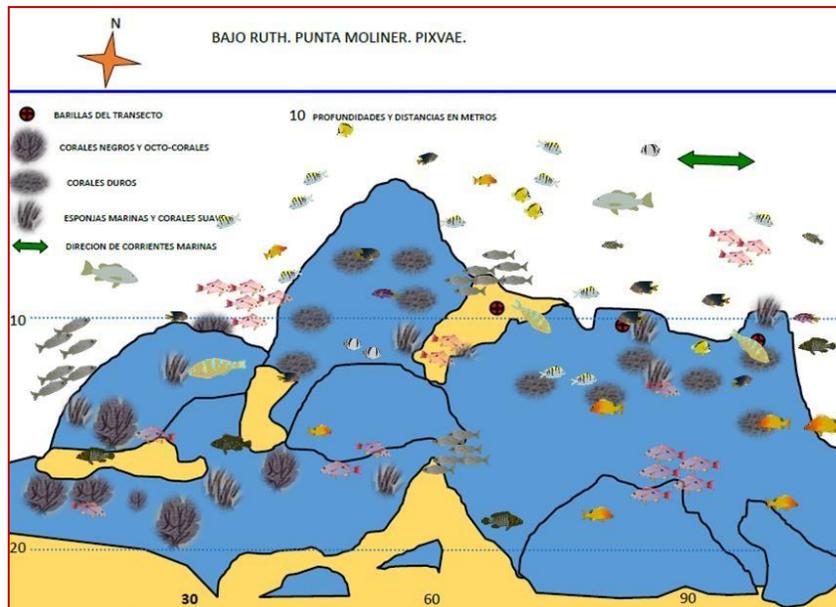
**Fig. 7.** Fauna asociada a Isla Muela. A) La cabrilla de piedra (*Epinephelus labriformis*), alimentándose de un pez corneta (Fistulariidae); B) Pez Trambollin (*Acanthemblemaria hancocki*), habita en tubos vacíos de cirrípedos, poliquetos o moluscos en arrecifes de coral y rocosos; C y D) Estrella corona de espinas (*Acanthaster planci*) alimentándose de colonias de coral duro y negro; E) Pez escorpión, se mimetiza en los fondos de arena entre Isla Muela y el Bajo de Isla Muela Norte; F) El erizo (*Astropyga pulminata*) en Isla Muela Norte; G) Equinodermos en el bajo Norte de isla Muela.

### **Bahía de Pixvae**

Cuenta con una serie de bajos de roca volcánica y sedimentaria, que se disponen en línea recta en dirección oeste a partir de Punta Moliné; por su cercanía a la costa, se encuentra influenciados por la escorrentía proveniente de tierra firme, además del aporte de sedimentos por parte de los ríos Pixvae, Seco y Mona. A pesar de ello, es diverso en corales duros, 10 especies, y peces coralinos con 25 especies, principalmente en bajos someros que emergen durante la baja mar.

**Bajo Ruth (7°50'18.32''-N81°35'5.85''W):** El sitio cubre aproximadamente 110 m de largo por 40 m de ancho, orientado de oeste a este, en su parte más somera alcanza 8 m cerca de la superficie, el fondo mayormente rocoso  $\pm 85\%$  cuenta con canales de arena y una profundidad cerca de 14 m en el sector este, su parte oeste desciende hasta los 24 m; un aspecto importante, es que gran parte de la superficie tanto roca como coral se encuentra influenciada por el aporte de sedimentos. La

complejidad de la roca ofrece hábitat apropiado para el asentamiento de organismo bentónicos (erizos, estrellas, pepinos, peces sapo y langosta), además se observan arreglos de octocorales y esponjas en los alrededores de la roca (Figura 8).



**Figura 8. Representación esquemática de Bajo Ruth**

El sitio cuenta con una amplia representación de peces de arrecife, también se pueden encontrar varias especies de pargos como el coliamarillo, pargo mancha, este último en grandes densidades principalmente en verano; asociados a movimiento de masas de agua fría, otras especies como el pargo negro (*Lutjanus novemfasciatus*); se observan algunos individuos en etapa de subadultos y rabirrubia se puede encontrar en grandes agrupaciones (*Lutjanus inermis*).

**Bajo Moliné (7°50'25.45''N-81°34'59.81''W):** Forma parte de un conjunto de rocas ubicado a 140 m de punta Moliné, algunas de estas emergen durante la baja mar, por lo que mantienen una dinámica constante por la rompiente; el bajo está a unos 6 metros de la superficie en su parte más somera, está constituido por roca en un 60%, dividido por varios canales de arena. El sitio cuenta con formaciones de corales masivos principalmente *Porites lobata* y *Pavona gigantea*, donde se resguardan peces de interés comercial; además presenta diferentes arreglos de esponjas y organismos asociados. En los pargos se identificaron cinco especies (en etapas juveniles), al menos 4 especies de morenas, peces loro y un elenco de peces coralinos dominados por las familias Pomacentridae y Labridae. Los organismos en este sitio muestran complejas interacciones, se cuenta con estaciones de limpieza que aprovechan las tortugas marinas (*Erectmochelis imbricata*), también se observan peces depredadoras que se mimetizan con la roca como sucede con los peces escorpiones, o con arreglos de esponjas erectas como hace el pez sapo, además se han observado babosas marinas o nudibranchios de arreglos y colores exuberantes. Por otra parte, la influencia de la costa por la descarga de los ríos Mona y Pixvae, y la escorrentía superficial, durante lluvias fuertes enturbia toda la bahía, causando estrés en las colonias de corales escleractinios, debido a que llegan a estar completamente cubierta de algas y sedimentos. A pesar de estas limitantes, es un ambiente diverso tanto de organismo sésiles como también de peces (Figuras 9 y 10).

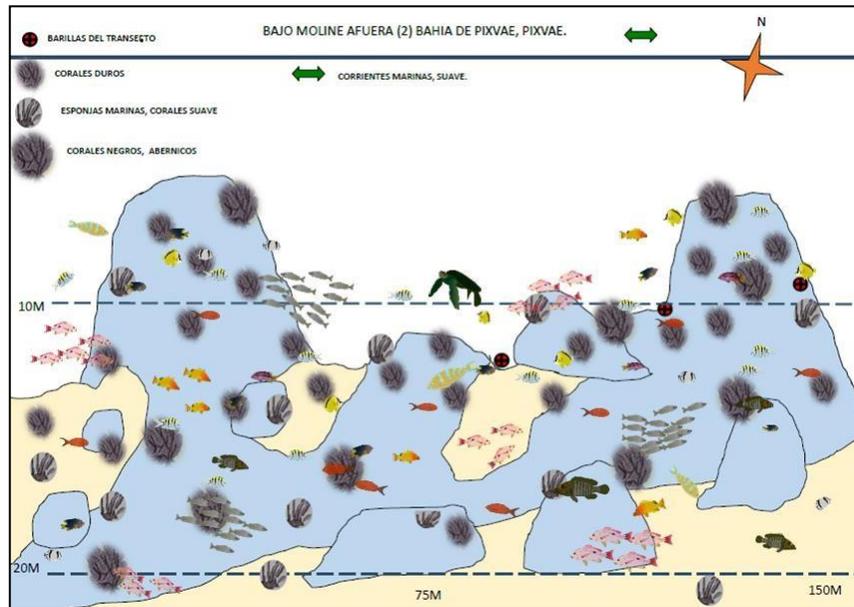


Figura. 9. Representación esquemática de Bajo Moliné



Figura 10. Organismos en los bajos de la bahía de Pixvae. A) Raya latigo (*Dasyatis longus*); B) Nudibranquio (*Hypselodoris agassizzi*); C) Izquierda: Pez erizo (*Diodon holacanthus*), Derecha: erizo (*Toxopneustes roseus*); D) Morena joya (*Muraena lentiginosa*); E) Morena estrellada (*Echidna nebulosa*); G) *Gymnothorax castaneus*; H) Esponja (*Axinella* sp.) lado izquierdo; H) Pez sapo (*Antennarius commerson*)

## Bahía de Rosario

Al norte de la bahía de Pixvae, entre Punta Doña Juana y Punta Muerto se encuentra la bahía de Rosario, cuenta con un litoral rocoso, playas de arena, piedra y fango, además de pequeños parches de manglar asociado a la desembocadura del río Rosario, este al igual que río La Aguja descargan en la bahía. Esta bahía es de gran interés para la captura de pargo seda (*Lutjanus peru*) y pargo mancha (*Lutjanus guttatus*), pescadores locales esperan la entrada de grandes densidades de juveniles durante los primeros meses del año, que ingresan al sistema asociados a movimiento de agua fría; de igual manera, cuenta con sitios de interés para el buceo, que comprenden fondos arenosos, cascajo, pináculos rocosos y ambientes de corales negros.

**Bajo Goyo (7°51'40.01N-81°35'1.22''W):** Ubicado en el centro de la bahía, este bajo consiste en un promontorio de piedra, los ángulos del estrato de esta cordillera rocosa que sale de la arena están orientados de norte a sur, con los puntos más altos en sentido sur. La parte más somera del sitio se encuentra a  $\pm 19\text{m}$  con la baja mar, comprende un área aproximada de 80 m de largo por 30 m de ancho, por los lados norte-oeste desciende hasta unos 30m, mientras que para el sureste llega hasta los 27 m de profundidad; la parte rocosa que emerge de la arena se encuentra cubierta de grandes arreglos de corales negros mayores a 1m de altura, octocorales y esponjas, en estos escenarios cargados de vida confluyen importantes concentraciones de juveniles de roncadores y pargos, con densidades que superan fácilmente los 500 individuos, lo que lo hace susceptible a la pesca (Fig. 11). Es uno de los pocos sitios donde se ven depredadores topes como mero de profundidad del Pacífico (*Epinephelus quinquefasciatus*) y pargos negros (*Lutjanus novemfasciatus*) en etapa adulta; es sin duda un sitio de importancia en el ciclo de vida de especies comerciales como el pargo, sin embargo, se pueden observar restos de equipos de pesca en todo el bajo (Figuras 11 y 12).

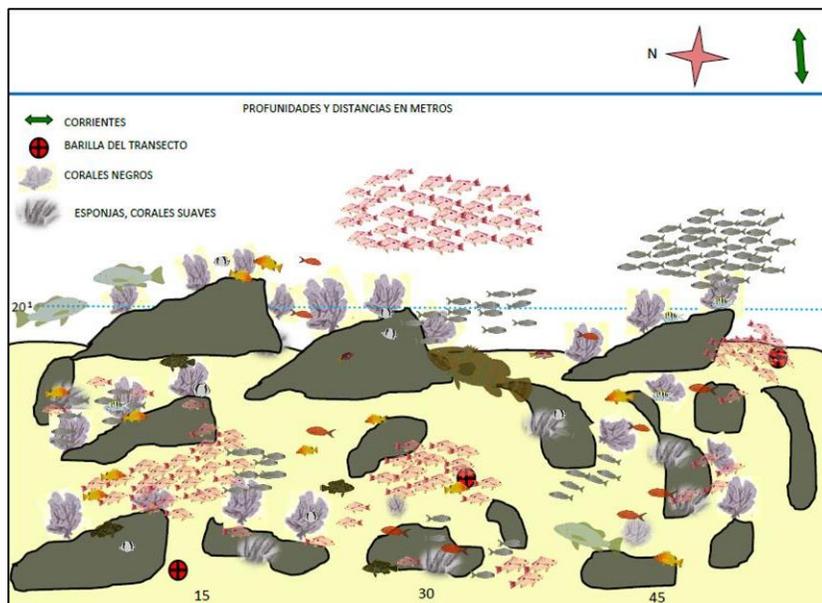
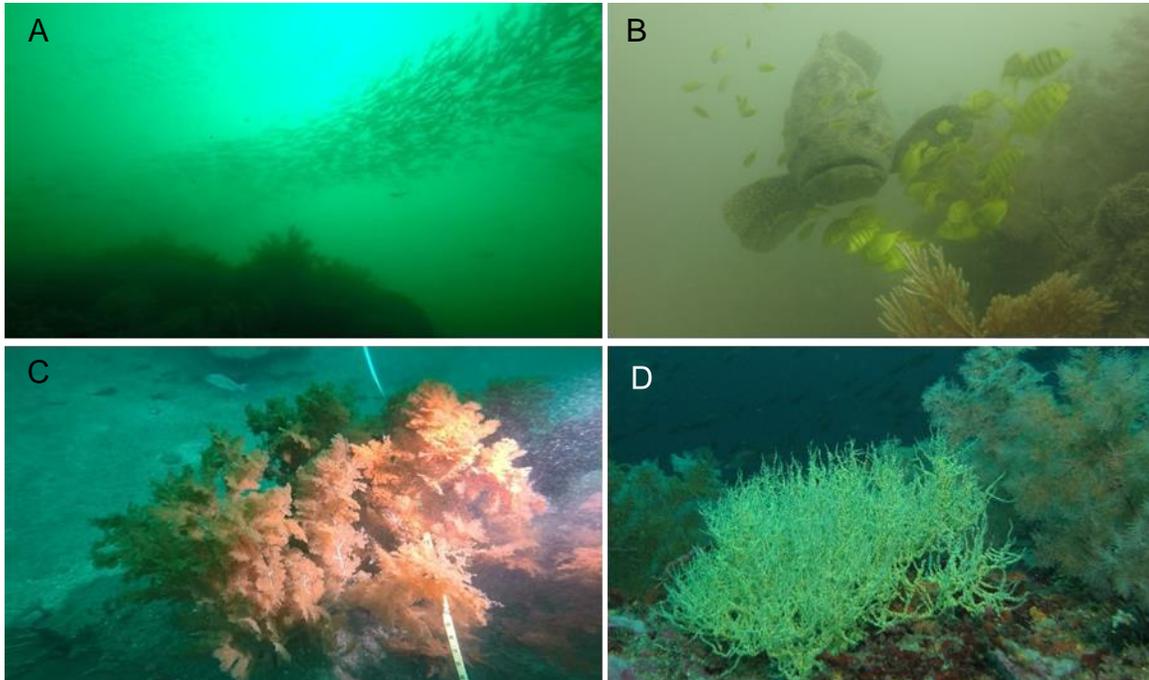


Figura 11. Representación gráfica de Bajo Goyo – Bahía de Rosario, Pixvae



**Figura 12. Ambiente de Bajo Goyo. A) Cardumen de pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) sobre el bajo; B) Mero de profundidad del Pacífico (*Epinephelus quinquefasciatus*); C) Coral negro (*Myriopathes panamensis*) dominante; D) Coral negro (*Antipathes galapagensis*).**

## DISCUSIÓN

El buceo es una actividad en desarrollo que presenta un crecimiento anual de 20%, en caso del PNC esta es una de las actividades que genera mayores visitas, lo que se traduce en un importante derrame económico para las comunidades costeras en su zona de influencia, principalmente Santa Catalina, que ofrece los servicios básicos necesarios (Barragán & Galván-Villa, 2016; Mantell & Maté, 2007), aunque actualmente no se cuenta con un documento que regule la actividad de buceo en el parque y se desconoce la capacidad de carga de los sitios.

A nivel global, se estima que las Áreas Marinas Protegidas (AMP) cubren solo un 3.27% de los océanos y de estos solo el 0.1% se encuentra completamente protegido de actividades extractivas, el resto sufre de mala gestión y administración (Boonzaier & Pauly, 2015). Sin embargo, existen casos exitosos, como parque Cabo Pulmo en México, que mediante decisión comunitaria, se crea un área de no extracción y en un periodo de 20 años, científicos indican que la biomasa de las poblaciones de peces se incrementó en un 400%, resaltando que las áreas marinas protegidas (AMP) administradas localmente y la participación de las partes interesadas, pueden tener más éxito que grandes AMP cargadas en legislación, pero administradas por el gobierno federal (Aburto-Oropeza *et al.*, 2011).

Con la creación de una zona de co-manejo para la pesca responsable en la bahía de Pixvae, se crea un precedente ante la necesidad de conservación y recuperación de sistemas marinos en el área de influencia del PNC. Dominicci-Arosemena & Wolf (2006), indica que patrones de distribución de peces relacionados con la profundidad muestra que un 71.4 %, de las especies presentan tallas relativamente pequeñas en hábitats someros asociados a la franja continental en

áreas de influencia al Parque, mientras que las especies de mayor tamaño, se asocian a zonas profundas, por lo que ambientes como la ensenada de Pixvae, actúan como guardería para muchas especies de peces; además se han observado nuevas interacciones como las estrellas coronas de espinas (*Acanthaster planci*) alimentándose de corales negros (*Myriopathes panamensis*), algo no reportado para el Pacífico panameño. Esto y otros aspectos ofrecen un sinnúmero de posibilidades para realizar ciencia y promover la formación de recurso humano en áreas costeras, con miras al desarrollo comunitario por medio de herramientas como el ecoturismo marino.

Un aspecto importante es que la ensenada de Pixvae es la primera zona de co-manejo declarada para el Pacífico de Panamá por solicitud de la comunidad de pescadores de Pixvae. En este sentido, los aportes de este estudio brindan la oportunidad de tener una línea base que permita dar seguimiento al impacto de actividades como la pesca y el buceo, a través de herramientas simples que miden el cambio producido por estas actividades en los ecosistemas, como es el límite de cambio aceptable (Perera-Valderrama *et al.*, 2007), ya que estudios realizados en Gran Caimán, en el Caribe, demostraron el impacto del buceo sobre áreas sujetas a altos niveles de uso, provocando que la cobertura de coral vivo disminuya de manera proporcional a la intensidad del uso del sitio (Trátalos & Austin, 2001). Esto implica que el uso de los sitios de buceo en la ensenada de Pixvae debe estar regulado por normas de capacidad de carga y seguimiento de indicadores, que deben estar establecidos en un plan de manejo del área de co-manejo.

## CONCLUSIÓN

Los ambientes marinos de la costa de Pixvae cuentan con atributos naturales, que lo potencian como un sitio de gran interés desde el punto de vista turístico y científico, y que puede redundar en alternativas económicas para la comunidad y que sirvan de modelo de sustentabilidad para el resto de país. Las caracterizaciones presentadas brindan una línea base para dar seguimiento al impacto producido por la visitación y la pesca en los diferentes sitios.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece a Conservación Internacional por el apoyo brindando para el desarrollo de este estudio.

## REFERENCIAS

- Aburto-Oropeza, O., Erisman, B., Galland, G.R., Mascareñas-Osorio, I., Sala, E. & Ezcurrea, E. (2011). Large Recovery of Fish Biomass in a No-Take Marine Reserve. PLoS ONE 6(8): e23601.
- ANAM. 2009. Plan de Manejo del Parque Nacional Coiba. Compiladores: J.L. Maté, D. Tovar, E. Arcia y Y. Hidalgo. STRI.
- Aronson, R.B. & Swanson, D.W. (1997). Video surveys of coral reefs: uni and multivariate applications. Proc. 8th Int. Coral Reef Sym., 2, 1923-1926.
- Barragán-Zepeda, A.K. & Galván-Villa, C.M. (2016). El Buceo ecológico: una forma de conservar la biodiversidad marina. CONABIO. Biodiversitas, 126:8-11.
- Boonzaier, L. & Pauly, D. (2015). Marine protection targets: an updated assessment of global progress. Fauna & Flora International. Oryx, 50(1), 27–35.

- Dominici-Arosemena, A. & Wolff, M. (2006). Reef fish community structure in the Tropical Eastern Pacific (Panamá): living on a relatively stable rocky reef environment. *Helgol. Mar. Res* 60:287-305.
- Garza-Pérez J.R. (2011). Evaluación de comunidades bentónicas arrecifales. Guía de campo y laboratorio. PAPIME, DGAPA-UNAM, 25pp.
- Glynn, P.W., Stewart, R.H. & McCosker, J.E. (1972). Pacific coral reef of Panamá: structures distribution and predators. *Geol. Rundschau*. 61:483-519.
- Guzmán, H., Guevara, CA. & Breedy, O. (2004). Distribution, diversity, and conservation of coral reefs and coral communities in the largest marine protected area of Pacific Panama (Coiba Island). *Environmental Conservation* 31 (2): 111–121.
- Guzmán, H. & Breedy, O. (2008). Distribución de la diversidad y estado de conservación de los arrecifes coralinos y comunidades coralinas del Pacífico Occidental de Panamá (Punta Mala, Punta Burica) *The Nature Conservancy*, 39 p.
- Mantell, K. & Maté, J. 2007. Manual de Buceo para el Parque Nacional de Coiba, en proceso de revisión y publicación, Consultoría para el Plan de Manejo del PN Coiba. ANAM-STRI. Ciudad de Panamá.
- Montenegro, R. (2007). Valoración Económica de los Recursos Turísticos y Pesqueros del Parque Nacional Coiba. *Conservation Strategy Fund*. Panamá, 82 p.
- Perera-Valderrama, S., Estrada, R., Hernández-Ávila, A., García-Sáez, J. C., Alcolado-Méndez, P. & García-Rivas, M. C. (2007). Metodología para la Determinación de la Capacidad de Carga de Visitantes, en las Áreas Marinas Protegidas de Cuba. Ponencia presentada en 58th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Texas, EE. UU.
- Trátalos, J. A. & Austin. T. J. (2001). Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman *Biological Conservation*. 102: 67–75.
- Vega, A.J., Maté, J. & Robles, Y.A. (2016). First Report of Reproductive Aggregations for Pacific Red Snappers *Lutjanus peru* (Nicholson y Murphy, 1992) and Spotted Rose Snapper *L. guttatus* (Steindachner, 1869) in the Coiba National Park, Pacific of Panama. *Proceedings of the 68th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. (68):112-117.