

Continuidad Biótica y Convergencia de Ecosistemas: Hacia un Marco Integrado de Protección para Polinizadores y Praderas Marinas bajo el Convenio de Cartagena

Autora: Raquel Paul Caballero

Afiliación: ILGB (International Laboratory for Biotic Governance) / Beeonig

Fecha: 5 de junio de 2026

Licencia: CC BY 4.0

Resumen

La fragmentación entre la gobernanza de ecosistemas terrestres y marinos constituye una barrera estructural para la resiliencia climática y la seguridad alimentaria en el Gran Caribe. Este artículo introduce el concepto de continuidad biótica para superar la dicotomía entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 14 y 15. Mediante un análisis comparado entre el Protocolo SPAW del Convenio de Cartagena y el Protocolo GIZC del Convenio de Barcelona, se demuestra que la degradación de las praderas marinas (*Thalassia testudinum*) y el declive de los polinizadores invertebrados comparten impulsores antropogénicos comunes: agroquímicos de amplio espectro y pérdida de trazabilidad genética. Con base en un estudio reciente en Belice, se evidencia la presencia de neonicotinoides en sedimentos a más de 10 kilómetros de su origen y riesgos ecotoxicológicos asociados. Se propone una enmienda técnica al Protocolo SPAW para incluir explícitamente a los invertebrados polinizadores como especies clave para la seguridad alimentaria regional, y para incorporar la evaluación de impacto acumulativo en la interfaz cuenca-zona costera. La enmienda constituiría el primer marco normativo regional que integra la conservación marina con la protección de servicios ecosistémicos terrestres.

Palabras clave: gobernanza marina; continuidad biótica; Protocolo SPAW; polinizadores; pastos marinos; diplomacia científica; Caribe

Abstract

The fragmentation between terrestrial and marine ecosystem governance constitutes a structural barrier to climate resilience and food security in the Wider Caribbean. This paper introduces the concept of biotic continuity to overcome the dichotomy between Sustainable Development Goals 14 and 15. Through a comparative analysis between the SPAW Protocol (Cartagena Convention) and the GIZC Protocol (Barcelona Convention), it demonstrates that the degradation of seagrasses (*Thalassia testudinum*) and the decline of invertebrate pollinators share common anthropogenic drivers: broad-spectrum agrochemicals and loss of genetic traceability. Based on a recent study in Belize, evidence shows the presence of neonicotinoids in sediments over 10 kilometers from their origin and associated ecotoxicological risks. A technical amendment to the SPAW Protocol is proposed to explicitly include invertebrate pollinators as key species for regional food security, and to incorporate

cumulative impact assessment at the watershed-coastal zone interface. The amendment would constitute the first regional regulatory framework integrating marine conservation with terrestrial ecosystem service protection.

Keywords: marine governance; biotic continuity; SPAW Protocol; pollinators; seagrasses; science diplomacy; Caribbean

1. Introducción

La arquitectura normativa del derecho internacional ambiental ha perpetuado una dicotomía funcional entre la conservación de ecosistemas terrestres y marinos. Esta división se materializa en la gestión separada de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 14 y 15. Tal fragmentación no es meramente administrativa. Constituye una barrera epistémica y operativa para alcanzar la resiliencia climática y la seguridad alimentaria en regiones como el Gran Caribe.

El Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe, conocido como Convenio de Cartagena (1983), y su Protocolo SPAW (Áreas y Especies Silvestres Especialmente Protegidas, 1990) representan el instrumento más avanzado para la protección de la biodiversidad marina en la región. Actualmente, dieciséis Estados son Partes Contratantes del Protocolo. Este instrumento incluye tres anexos con especies de flora y fauna costera y marina protegidas. Sin embargo, su enfoque está centrado en hábitats marino-costeros, sin abordar los impulsores terrestres que afectan a estos ecosistemas.

Este artículo sostiene que dos crisis ecológicas paradigmáticas —el colapso global de los polinizadores invertebrados y la regresión acelerada de las praderas marinas— no son eventos aislados. Ambas son manifestaciones de un mismo síndrome de perturbación sistémica. Comparten impulsores comunes vinculados a modelos productivos intensivos y afectan servicios ecosistémicos basales.

El objetivo es doble. Primero, desarrollar el concepto de continuidad biótica como herramienta analítica para trascender la dicotomía terrestre-marina. Segundo, proponer una vía de integración normativa regional mediante la reforma del Protocolo SPAW.

2. Metodología

Este estudio emplea un diseño cualitativo de derecho comparado con un enfoque de análisis de políticas ambientales internacionales. La elección metodológica responde a la necesidad de evaluar cómo distintos regímenes de mares regionales abordan la integración entre la conservación de ecosistemas terrestres y marinos, y de identificar vacíos normativos susceptibles de ser corregidos mediante una enmienda técnica.

Se han seleccionado dos casos bajo criterios de similitud estructural (ambos cuentan con un convenio marco y un protocolo de áreas protegidas) y diferencia contextual (grado de desarrollo de la integración tierra-mar). El primer caso es el Gran Caribe, con el Convenio

de Cartagena y el Protocolo SPAW, región de estudio principal donde se documenta presencia de pastos marinos en los anexos del Protocolo. El segundo caso es el Mediterráneo, con el Convenio de Barcelona (1976/1995) y su Protocolo SPA/BD (1995), que cuenta con un régimen más avanzado en integración tierra-mar a través del Protocolo GIZC de 2008, lo que permite el análisis comparativo de buenas prácticas.

La comparación se estructura en cuatro categorías derivadas del marco conceptual de continuidad biótica y de los impulsores comunes identificados: inclusión de especies terrestres; tratamiento de impulsores comunes, regulación de agroquímicos y disposiciones sobre trazabilidad genética; integración cuenca-costa, existencia de instrumentos de planificación espacial marina y vinculación con gestión de cuencas; y evaluación de impacto acumulativo, exigencia de considerar efectos sinérgicos entre actividades terrestres y ecosistemas marinos.

El análisis se basa en tres tipos de fuentes. Fuentes normativas: textos de los convenios y protocolos, informes del Programa SPAW de UNEP, decisiones de las reuniones de Partes. Fuentes académicas: publicaciones indexadas sobre neonicotinoides en el Caribe, estudios sobre polinización marina, análisis de gobernanza ambiental regional. Fuentes políticas: acuerdos de cooperación regional, como el acuerdo CARICOM-Alemania de 2025 y 2026. La técnica empleada es el análisis de contenido cualitativo con codificación temática.

Se incorpora un estudio de caso para sustentar la evidencia empírica: Belice (2019), un estudio de neonicotinoides en suelos, agua y sedimentos a lo largo de gradientes desde campos agrícolas hasta áreas protegidas de manglares y humedales, que documenta presencia de imidacloprid a más de diez kilómetros desde su origen y riesgos ecotoxicológicos para invertebrados acuáticos.

Se reconocen tres limitaciones metodológicas principales: la generalizabilidad de los hallazgos del caso de Belice a otros Estados del Caribe, el acceso restringido a algunos documentos de las reuniones de Partes y la rápida evolución de los marcos de cooperación, lo que implica que el análisis captura un momento específico.

3. Marco Conceptual: Continuidad Biótica

El concepto de conectividad ecológica se refiere al flujo de organismos, genes, materia y energía entre parches de hábitat. En cambio, la continuidad biótica propone un cambio de enfoque: pasar de la conservación de especies o hábitats aislados a la protección de procesos ecológicos funcionalmente análogos que operan en diferentes dominios, terrestre y marino, pero que responden a factores de estrés comunes. Mientras la conectividad se centra en la movilidad espacial, la continuidad biótica enfatiza la vulnerabilidad compartida ante impulsores antropogénicos y la necesidad de marcos normativos integrados.

Se entiende por capacidad de gestión biótica la capacidad de un Estado o región para gestionar, proteger y restaurar los procesos biológicos fundamentales que sostienen su seguridad alimentaria, hídrica y climática. Esta capacidad no debe ser erosionada por factores externos no controlados ni por decisiones de gestión sectorialmente aisladas. El concepto no implica aislamiento o rechazo a la cooperación internacional. Por el contrario,

su ejercicio efectivo requiere mecanismos de coordinación transfronteriza y armonización normativa, especialmente en regiones como el Caribe donde los ecosistemas y los impactos antropogénicos no respetan fronteras políticas.

Los polinizadores invertebrados y las praderas marinas actúan como infraestructura ecológica crítica. Los primeros garantizan la reproducción del setenta y cinco por ciento de los cultivos alimentarios globales. Las segundas proveen servicios de cría para especies de valor comercial, estabilizan sedimentos y constituyen sumideros de carbono azul.

Una dimensión adicional y recientemente descubierta refuerza esta analogía funcional: los pastos marinos también tienen polinizadores animales. Investigaciones en el Caribe han documentado que *Thalassia testudinum* puede ser polinizada por zooplancton y pequeños invertebrados bentónicos, incluyendo camarones, anfípodos, gasterópodos y poliquetos. Estos animales son atraídos por el mucílago nutritivo que recubre el polen. Al moverse entre flores masculinas y femeninas facilitan la transferencia de polen incluso en ausencia de corrientes. Este hallazgo refuerza la necesidad de una gestión integrada: los mismos contaminantes que afectan a los polinizadores terrestres pueden dañar a los invertebrados que polinizan las praderas marinas.

La cadena causal de la pérdida de trazabilidad genética comienza con la homogeneización genética derivada de los monocultivos. Esto genera una mayor dependencia de insumos químicos como neonicotinoides y glifosato. La esorrentía transporta estos agroquímicos a través de cuencas, como se ha documentado en Belice, produciendo efectos duales: toxicidad para polinizadores terrestres y toxicidad para invertebrados acuáticos, incluyendo los polinizadores marinos, junto con eutrofización de pastos marinos. El resultado final es la pérdida de servicios ecosistémicos: polinización de cultivos, polinización marina, criaderos de peces y carbono azul.

4. Impulsores Comunes y Evidencia Regional

El estudio más completo sobre neonicotinoides en el Caribe proviene de Belice. Se realizó un muestreo sistemático de suelos, agua y sedimentos a lo largo de gradientes desde campos agrícolas hasta áreas protegidas de manglares y humedales. Los hallazgos son contundentes. El 68 % de las muestras de suelo, el 47 % de los sedimentos y el 12 % del agua contenían residuos de neonicotinoides. El imidacloprid se detectó a más de diez kilómetros de distancia desde el campo agrícola donde fue aplicado. El 31 % de las muestras de sedimento presentan riesgo para invertebrados acuáticos por exposición crónica. Los modelos de fugacidad indican que la disipación ocurre principalmente por esorrentía y lixiviación a través de suelos porosos.

Este estudio demuestra que los agroquímicos aplicados en zonas agrícolas no permanecen confinados. Se transportan a través de cuencas y alcanzan ecosistemas marinos protegidos, donde afectan a invertebrados bentónicos, incluyendo aquellos que actúan como polinizadores de pastos marinos.

La evidencia de Belice apunta a una conclusión clara: la protección de ecosistemas marinos es ineficaz sin una gestión integrada de las cuencas terrestres. Sin embargo, los marcos

institucionales existentes en el Caribe no abordan esta interfaz. El Protocolo SPAW, aunque reconoce la necesidad de evaluaciones de impacto ambiental, no establece mecanismos específicos para evaluar los efectos acumulativos de actividades terrestres sobre áreas marinas protegidas.

5. Análisis Comparado: Gran Caribe vs. Mediterráneo

En la categoría de inclusión de especies terrestres, el Gran Caribe a través del Protocolo SPAW no incluye ninguna. Los Anexos I, II y III incluyen exclusivamente especies de flora y fauna costera y marina. El Mediterráneo, a través del Protocolo SPA/BD y GIZC, tampoco incluye especies terrestres en sus anexos, aunque el Protocolo GIZC integra actividades terrestres sin mencionar explícitamente a los polinizadores.

En la categoría de tratamiento de agroquímicos, el Gran Caribe no tiene disposiciones específicas que vinculen agroquímicos con la protección de especies protegidas. El Mediterráneo cuenta con una Estrategia Regional sobre Plaguicidas y el Protocolo LBS con límites, pero sin conexión explícita con polinizadores.

En la categoría de integración cuenca-costa, el Gran Caribe no tiene un instrumento específico de integración. El Mediterráneo, en cambio, cuenta con el Protocolo GIZC de 2008 que obliga a la planificación integrada de zonas costeras y cuencas hidrográficas.

En la categoría de evaluación de impacto acumulativo, el Gran Caribe no exige considerar efectos sinérgicos entre actividades terrestres y áreas protegidas marinas. El Mediterráneo, a través del Protocolo GIZC y sus guías técnicas, recomienda la evaluación acumulativa, aunque sin mención específica de polinizadores.

El Mediterráneo demuestra que la integración cuenca-costa es técnicamente viable mediante un protocolo adicional como el GIZC o mediante la ampliación del ámbito de los protocolos de especies. Sin embargo, ni siquiera ese avanzado marco ha logrado incluir explícitamente a los polinizadores. La propuesta para el Caribe puede posicionarse como un ejemplo de segunda generación de integración, que conecta directamente la protección de un servicio ecosistémico terrestre con la conservación de hábitats marinos.

6. Propuesta de Enmienda al Protocolo SPAW

Se propone incorporar en el Anexo II del Protocolo SPAW, sobre Especies de Flora y Fauna en Peligro de Extinción, o en un nuevo anexo sobre Especies Clave para la Seguridad Alimentaria y la Resiliencia Climática, una categoría funcional denominada Invertebrados Polinizadores de Importancia Regional. Esta inclusión permitiría establecer Programas de Cooperación Regional para el monitoreo de poblaciones de polinizadores, utilizando metodologías similares a las aplicadas a especies marinas emblemáticas; regular la introducción de especies exóticas invasoras que compiten con polinizadores nativos, un riesgo creciente en el Caribe insular; y armonizar los criterios de evaluación de riesgo de agroquímicos en la región, incorporando la evidencia de Belice.

Se propone además incorporar en el Artículo 16 del Protocolo SPAW, sobre Evaluación de Impacto Ambiental, la obligación de evaluar los impactos acumulativos de proyectos de desarrollo (agrícolas, turísticos y de infraestructura) sobre la continuidad ecológica entre la cuenca hidrográfica y las zonas marino-costeras protegidas. Esta evaluación deberá considerar el efecto sinérgico de agroquímicos sobre polinizadores y praderas marinas, la pérdida de trazabilidad genética como factor de vulnerabilidad, y las variaciones estacionales en la escorrentía y la calidad del agua.

Finalmente, se propone la creación, en el marco de las reuniones de Partes Contratantes, de un Grupo de Trabajo Técnico Interdisciplinario sobre Continuidad Biótica con el mandato de desarrollar indicadores comunes de salud ecosistémica que integren datos de polinizadores y pastos marinos; proponer criterios armonizados de restricción de agroquímicos en zonas de amortiguamiento de áreas SPAW, considerando la evidencia de transporte a larga distancia documentada en Belice; elaborar un protocolo de trazabilidad genética para insumos agrícolas en cuencas que desembocan en áreas protegidas marinas; y establecer programas de monitoreo de alta resolución temporal.

Los indicadores propuestos de continuidad biótica incluyen el índice de diversidad de polinizadores en el dominio terrestre mediante monitoreo de colonias y transectos; la cobertura de pastos marinos en el dominio marino mediante imágenes satelitales y transectos subacuáticos; la concentración de neonicotinoides en sedimentos en la zona costera mediante muestreo estacional con cromatografía líquida y espectrometría de masas; y la trazabilidad genética de insumos agrícolas en los agroecosistemas mediante certificación de semillas y agroquímicos.

7. Discusión: Sinergias con Mecanismos Existentes y Viabilidad Política

La propuesta se alinea directamente con el acuerdo de cooperación formalizado entre CARICOM y Alemania el 1 de julio de 2025. Este acuerdo establece seis áreas prioritarias de cooperación que conectan directamente con la enmienda propuesta: economía circular, energía sostenible, conservación de la biodiversidad, economía azul, empleos verdes y azules, y agricultura y turismo sostenibles.

El 23 de abril de 2026 se firmaron seis acuerdos de implementación entre Alemania y CARICOM por un valor de 31,9 millones de euros, enfocados en energías renovables, economía circular, conservación de la biodiversidad, economía azul y desarrollo de habilidades. Este financiamiento constituye una oportunidad concreta para implementar la enmienda propuesta.

En un contexto donde la UE ha movilizado 300 mil millones de euros a través de su estrategia Global Gateway para asegurar cadenas de suministro sostenibles, y donde el Parlamento Europeo exige un indicador específico de salud de polinizadores en la Política Agrícola Común (PAC) para 2026, la necesidad de marcos normativos integrados es una prioridad estratégica. La enmienda al Protocolo SPAW aquí propuesta es un mecanismo concreto para que la UE demuestre su liderazgo ambiental de forma coherente, trasladando sus estándares domésticos a sus relaciones comerciales, y asegurando al mismo tiempo la

provisión de servicios ecosistémicos críticos como la polinización y la salud de las pesquerías marinas.

La implementación de la enmienda enfrentará desafíos, entre ellos la resistencia de los ministerios de agricultura, que pueden percibir la restricción de agroquímicos como una amenaza a la productividad; los costos de transición para los productores, especialmente pequeños agricultores; y la falta de capacidad técnica en algunos países para el monitoreo integrado. Para mitigar estos obstáculos, se propone aprovechar el financiamiento alemán de 31,9 millones de euros para establecer programas de asistencia técnica y transición para agricultores; diseñar un régimen de incentivos que incluya acceso preferencial a mercados europeos mediante trazabilidad genética; y establecer, a través del Grupo de Trabajo Técnico propuesto, un plan de implementación gradual que priorice las zonas de amortiguamiento de áreas SPAW.

El procedimiento para añadir especies a los anexos del Protocolo SPAW está establecido en las directrices adoptadas durante la COP 8 celebrada en Cartagena en 2014 y desarrolladas por el Grupo de Trabajo de Especies. Una Parte Contratante puede proponer la inclusión de una especie. Dicha propuesta es evaluada por el Comité Científico y Técnico Asesor antes de ser considerada por las Partes. Este mecanismo existente facilita la viabilidad de la enmienda propuesta.

8. Conclusiones y Recomendaciones

La crisis de biodiversidad y climática exige superar las compartimentaciones heredadas del derecho ambiental. El concepto de continuidad biótica ofrece un marco analítico robusto para evidenciar las conexiones funcionales entre la degradación de polinizadores y praderas marinas. El estudio de Belice confirma que los neonicotinoides se transportan a través de cuencas y alcanzan ecosistemas marinos protegidos, afectando a invertebrados bentónicos que incluyen potenciales polinizadores marinos.

La propuesta de enmienda al Protocolo SPAW representa una vía concreta, técnicamente viable y políticamente pertinente para avanzar hacia una gobernanza integrada.

Se recomienda a las Partes Contratantes del Convenio de Cartagena incluir en la agenda de la próxima reunión ordinaria un punto sobre Integración de la Continuidad Biótica en el Protocolo SPAW. Se recomienda solicitar a los órganos técnicos asesores del Programa SPAW un estudio de viabilidad sobre la inclusión de polinizadores en los anexos del Protocolo, siguiendo las directrices establecidas en la COP 8. Se recomienda iniciar un proceso de armonización de los marcos nacionales de evaluación de riesgo de plaguicidas que considere los efectos acumulativos en polinizadores y ecosistemas marino-costeros, incorporando monitoreo de alta resolución temporal como el implementado en Belice. Se recomienda establecer, a través del Grupo de Trabajo Técnico propuesto, un plan de implementación que incluya asistencia técnica y financiamiento, aprovechando los acuerdos de cooperación existentes como el de CARICOM-Alemania con sus 31,9 millones de euros.

La continuidad biótica de la región del Gran Caribe dependerá de su capacidad para legislar no sobre ecosistemas aislados, sino sobre las relaciones que los sostienen. La continuidad es, en definitiva, la esencia de la vida y debe serlo también de su protección jurídica.

Referencias

1. CARICOM. (2025, July 1). CARICOM and Germany formalise intention to cooperate on sustainable development issues.
<https://caricom.org/caricom-and-germany-formalise-intention-to-cooperate-on-sustainable-development-issues/>
2. CARICOM. (2026, April 23). CARICOM and Germany formalise cooperation framework to advance Community priorities.
<https://caricom.org/caricom-and-germany-formalise-cooperation-framework-to-advance-community-priorities/>
3. Bonmatin, J.M., Noome, D.A., Moreno, H., Mitchell, E.A.D., Glauser, G., Soumana, O.S., Bijleveld van Lexmond, M., Sánchez-Bayo, F. (2019). A survey and risk assessment of neonicotinoids in water, soil and sediments of Belize. *Environmental Pollution*, 249, 949-958. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.03.099
4. CAR-SPAW-RAC. (2014). Directrices para la inclusión de especies en los anexos del Protocolo SPAW. COP 8, Cartagena.
5. CAR-SPAW-RAC. (2025). Annexes of the SPAW Protocol.
<https://www.car-spaw-rac.org/?Annexes-of-the-SPAW-Protocol>
6. Protocolo SPAW. (1990). Protocolo Relativo a las Áreas y Especies Silvestres Especialmente Protegidas. Convenio de Cartagena.
7. van Tussenbroek, B.I., Villamil, L., Márquez-Guzmán, J., Ríos, R., Rodríguez, I., Sánchez-Lizaso, J.L. (2016). Experimental evidence of pollination in marine angiosperms. *Nature Communications*, 7, 12980. DOI: 10.1038/ncomms12980