



Evaluación binacional del stock de langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* en la plataforma Honduras-Nicaragua

Rodolfo Sánchez Barquero
Consultor

Julio, 2021

AUTORIDADES NACIONALES DE PESCA Y ACUICULTURA

NICARAGUA

Edward Jackson Abella
Presidente Ejecutivo
INPESCA

HONDURAS

Cesar Alberto Fortín
Director General
DIGEPESCA

Esta evaluación de stock binacional de langosta espinosa del Caribe se enmarca en los siguientes FIPs:

PROYECTO DE MEJORAMIENTO PESQUERO (FIP) DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA ESPINOSA (*Panulirus argus*) DEL CARIBE DE NICARAGUA CON LA MODALIDAD DE PESCA CON NASAS.

PROYECTO DE MEJORAMIENTO PESQUERO (FIP) DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA ESPINOSA (*Panulirus argus*) DEL CARIBE DE HONDURAS CON LA MODALIDAD DE PESCA CON NASAS.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF)

Pilar Velásquez Jofre
Oficial Técnico de Pesquerías y Conservación Marina
WWF Guatemala/Mesoamérica

Citar como:

Sánchez, B. R. 2021. Evaluación binacional del stock de langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* en la plataforma Honduras – Nicaragua. INPESCA, DIGEPESCA, WWF. 61 pp.

COMITÉ TÉCNICO EDITORIAL

Ronaldo Gutiérrez García	DIP/INPESCA – NICARAGUA
Renaldy Barnutti Navarro	DIP/INPESCA - NICARAGUA
Nathaly Cardona	DIGEPESCA – HONDURAS
Pilar Velásquez Jofre	WWF Guatemala/Mesoamérica

AGRADECIMIENTOS

La preparación de este documento y su contenido, así como las actividades que la precedieron, han contado con el apoyo técnico y financiero de World Wildlife Fund (WWF por sus siglas en inglés). Se agradece su apoyo constante y tesonero.

A Pilar Velásquez Jofre, Oficial Técnico de Pesquerías y Conservación Marina de WWF Guatemala/Mesoamérica, director técnico de este proyecto de consultoría, por su atinada dirección, apoyo logístico y valiosos aportes técnicos.

A Vicky Maldonado de WWF, por su valiosa gestión con las plantas de proceso de langosta ubicadas en el caribe hondureño para facilitar el envío de las bases de datos de proceso de langosta.

A Eloy Sosa Cordero, académico y consultor internacional, por compartir su experiencia de estudios de evaluación realizados en Honduras sobre langosta espinosa.

A Manuel Pérez Moreno, por compartir sus bases de datos de la pesquería de Honduras y resultados de ejercicios de evaluación realizados en ambos países, en el marco del Sub-Proyecto ECOLANGOSTA+, SICA/OSPESCA. 2017-2020.

Al Grupo de Trabajo Binacional, conformado por el INPESCA y la DIGEPESCA, así como a los grupos de trabajo nacionales, por aportar información valiosa tanto en la etapa previa como en la revisión de este documento.

Grupo de trabajo nacional de Nicaragua:

Ronaldo José Gutiérrez García, Delegado binacional por el INPESCA
Renaldy Antonio Barnutti Navarro, Director DIP/INPESCA
Mathew James Brack Downs, Director de Planificación INPESCA
Nora Palacios Alegría, Responsable Estadísticas INPESCA

Grupo de trabajo nacional de Honduras:

Nathaly Cardona, Delegada binacional por la DIGEPESCA
Lidia Hernández, Encargada Estadísticas DIGEPESCA

Un agradecimiento especial a los gerentes y personal técnico de las plantas procesadoras de langosta ubicadas en el caribe hondureño: Caribeña, Comexprom y Pescatlán, por facilitar la información estadística requerida.

Para todos ellos mi agradecimiento.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	9
RESUMEN EJECUTIVO	11
I. INTRODUCCIÓN	13
II. ANTECEDENTES	14
III. BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LA LANGOSTA ESPINOSA <i>P. ARGUS</i>	16
3.1. Biología	16
3.2. Distribución en el Gran Caribe	16
3.3. Distribución binacional Honduras-Nicaragua	18
IV. IMPORTANCIA DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA POR PAÍS Y BINACIONAL.....	20
4.1. Pesquería de langosta espinosa en Nicaragua.....	20
4.2. Pesquería de langosta espinosa en Honduras	20
4.3. Pesquería de langosta espinosa a nivel binacional	20
V. MATRIZ DE ELEMENTOS COMUNES HONDURAS-NICARAGUA.....	22
VI. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA EVALUACIÓN BINACIONAL	24
6.1. Construcción de la base de datos binacional	24
6.2. Parámetros biológicos de la langosta espinosa <i>P. argus</i> utilizados para la evaluación binacional	25
6.3) Modelo MARPLESCA	26
VII. RESULTADOS.....	29
7.1. Desembarques, esfuerzo, CPUE y proceso por categoría comercial por país y binacional.....	29
7.2. Resultados del modelo de evaluación MARPLESCA	43
7.2.1. Indicadores del stock para Nicaragua	43
7.2.2. Indicadores del stock para Honduras	44
7.2.3. Indicadores del stock binacional.....	45
7.2.4. Tendencia de la talla promedio (Lcola) por país y binacional.....	49
VIII. CONCLUSIONES.....	51
IX. RECOMENDACIONES.....	53
X. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	55
XI. ANEXOS.....	57
Anexo 1. Metadatos	57
Anexo 2. Metodología para la aplicación del modelo de conversión de lb cola procesadas por categorías comerciales a número de individuos por talla.	61
Anexo 3. Metodología para la aplicación del análisis de cohortes basado en tallas (Jones.1984, modificado por Ehrhardt y Legault, 1996).	67

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas:

Tabla 1: Matriz de elementos comunes Honduras-Nicaragua.

Tabla 2: Parámetros biológicos de la langosta espinosa utilizados para la evaluación binacional Nicaragua-Honduras.

Tabla 3: Desembarques de langosta (lb cola) de Nicaragua.

Tabla 4: Esfuerzo industrial (No. de barcos operativos) de langosta por flota en Nicaragua.

Tabla 5: Captura por Unidad de Esfuerzo (lb. cola/barco) en Nicaragua.

Tabla 6: Desembarques de langosta (lb. cola) de Honduras.

Tabla 7: Esfuerzo industrial (No. de barcos) de langosta por flota en Honduras.

Tabla 8: Captura por Unidad de Esfuerzo (lb. cola/barco) en Honduras.

Tabla 9: Resultados de la aplicación del modelo MARPLESCA para Nicaragua.

Tabla 10: Resultados de la aplicación del modelo MARPLESCA para Honduras.

Tabla 11: Resultados de la aplicación del modelo MARPLESCA a nivel binacional.

Figuras:

Figura 1: Área de distribución de la langosta espinosa en el Gran Caribe.

Figura 2: Propuesta de patrones de dispersión larvaria de la langosta espinosa del Caribe y zonas de retención larvaria en el Caribe.

Figura 3: Distribución binacional (Honduras-Nicaragua) de la langosta espinosa del Caribe.

Figura 4: Propuesta de metodología de seguimiento y evaluación. Parte 1

Figura 5: Propuesta de Metodología de Seguimiento y Evaluación Parte 2

Figura 6: Desembarques nominales (lb. cola) por flota. Nicaragua.

Figura 7: Esfuerzo nominal en número de embarcaciones industriales en Nicaragua.

Figura 8: CPUE por flota y total en Nicaragua.

- Figura 9: Procesamiento (lb. cola/categoría comercial) en Nicaragua.
- Figura 10: Desembarques (lb. cola) por flota en Honduras.
- Figura 11: Esfuerzo nominal en número de embarcaciones industriales. Honduras.
- Figura 12: CPUE por flota y total en Honduras.
- Figura 13: Procesamiento (lb. cola/categoría comercial) en Honduras.
- Figura 14: Desembarques (lb cola) de langosta a nivel binacional.
- Figura 15: Esfuerzo nominal en número de embarcaciones a nivel binacional.
- Figura 16: Captura por Unidad de Esfuerzo (BO/lb. Cola) a nivel binacional.
- Figura 17: Procesamiento (lb. cola/categoría comercial) a nivel binacional.
- Figura 18: Mortalidad por pesca (F) para Nicaragua, Honduras y a nivel binacional.
- Figura 19: Biomasa promedio (lb cola) por país y binacional.
- Figura 20: Reclutamiento (No. de individuos) por país y binacional.
- Figura 21: Tendencia de la talla promedio (Lcola mm) por país y binacional.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

CARICOM: Comunidad del Caribe.

CEM: Centro de Estudios Marinos.

CFMC: Caribbean Fishery Management Council.

CGAC: Cuota Global Anual de Captura.

CLME+: Grandes Ecosistemas Marinos del Caribe y la Plataforma del Norte de Brasil.

COPACO: Comisión de Pesca para el Atlántico Centro-Occidental.

CPUE: Captura por Unidad de Esfuerzo.

CRFM: Mecanismo Regional de Pesca del Caribe.

CBA: Captura Biológicamente Aceptable.

ECOLANGOSTA+: Sub-proyecto Enfoque Ecosistémico para la Pesca (EEP) de la Langosta Espinosa del Caribe. SICA/OSPESCA, CLME+.

ECOSUR: El Colegio de la Frontera Sur, México.

F: Tasa de mortalidad por pesca.

F_{0.1}: Mortalidad por pesca objetivo o Punto de Referencia Objetivo (PRO).

F/Z: Tasa o patrón de explotación.

FAO: Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FISAT & LFSA: Stock Assessment Tools (FiSAT) is the software that resulted from the merging of LFSA (Length-based Fish Stock Assessment).

FIP: Fisheries Improvement Projects (Proyectos de mejora de pesquerías).

GTB: Grupo de trabajo binacional.

INDNR: Pesca ilegal, no declarada y no reglamentada.

INPESCA: Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura.

K: Coeficiente de crecimiento.

L_∞: Longitud asintótica o largo infinito.

M: Tasa de mortalidad natural.

MSC: Marine Stewardship Council.

NMFS-NOAA: National Marine Fisheries Service- National Oceanic and Atmospheric Administration.

OSP-02-09: Reglamento para el Ordenamiento Regional de la Pesquería de la Langosta del Caribe (*Panulirus argus*).

OSPESCA: Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano.

Plan MARPLESCA: Plan regional de manejo de la pesquería de la langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*).

PRO: Punto de Referencia Objetivo.

SAG-SENASA: Secretaría de Agricultura y Ganadería-Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (Honduras).

SAG/DIGEPESCA: Secretaría de Agricultura y Ganadería; Dirección General de Pesca y Acuicultura (Honduras).

SCUBA: Self-contained underwater breathing apparatus.

SICA: Sistema de la Integración Centroamericana.

t_0 : Edad hipotética cuando L_t es cero.

TM: Tonelada métrica.

UNAH: Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

WWF: World Wildlife Fund (Fondo Mundial para la Naturaleza).

PRESENTACIÓN



Estimado lector,

La pesquería de langosta espinosa del Caribe constituye el principal recurso pesquero en ambos países, tanto desde el punto de vista social como por su valor económico. Las exportaciones binacionales superaron, en 2020, los 5.6 millones de libras cola (2,540 TM) equivalentes a 16.8 millones de libras en peso entero (7,336 TM) con destino a mercados como EEUU, Unión Europea y países asiáticos. De acuerdo con estadísticas oficiales de ambos países, las exportaciones anuales rondan los 100 millones de dólares y el empleo que genera supera los 15 mil puestos de trabajo, entre directos e indirectos.

Dada la importancia de dicha pesquería, los gobiernos de Nicaragua y Honduras, a través del Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA) y la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA), respectivamente, con el apoyo de WWF, iniciaron ambos, en el año 2012, un Proyecto de Mejoramiento Pesquero (FIP por sus siglas en inglés) de la pesquería de langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus* en la modalidad de pesca con nasas, con el objetivo de mejorar la pesca de esta especie en su área de distribución. Para ello, cada uno de los países desarrollaron Planes de Acción. La implementación de los planes de acción en ambos FIP tiene como meta una eventual certificación de esta importante pesquería bajo el estándar del Marine Stewardship Council (MSC por sus siglas en inglés).

Considerando los resultados de estudios realizados sobre la distribución del stock de langosta espinosa, en los cuales se demuestra la existencia de una amplia distribución en la plataforma Honduras-Nicaragua, ambos planes de acción identificaron hitos y actividades relacionadas al desarrollo de una evaluación binacional del stock. En cumplimiento a ambos planes de acción, nos es grato presentar al sector pesquero langostero de ambos países, sector académico y público en general, los resultados de la primera evaluación binacional de la pesquería de langosta espinosa, obtenidos mediante la aplicación de la metodología descrita en el Plan Regional de Manejo de la Pesquería de la Langosta Espinosa del Caribe (*Panulirus argus*), Plan MARPLESCA, elaborado por el SICA-OSPESCA y aprobado por las autoridades pesqueras de la región en 2018.

Entre las principales conclusiones de esta evaluación binacional se hace énfasis en la necesidad de fortalecer la coordinación para el seguimiento estadístico, así como el monitoreo, vigilancia y control de la actividad pesquera. A su vez, el desarrollo de esta primera evaluación binacional identificó la importancia de reforzar las herramientas para el manejo sostenible del recurso a través de la formación de grupos de trabajo nacionales y binacionales que den seguimiento a la implementación de los planes de manejo de la pesquería.

Con base en el proceso de evaluación desarrollado, se identificó una urgente necesidad de mejorar y armonizar la recopilación de datos y las evaluaciones de la población de langosta espinosa a nivel local y regional, así como la necesidad de enfrentar importantes vacíos de información para el análisis y la evaluación.

Es necesario señalar que esta primera evaluación constituye una experiencia novedosa en el conocimiento de esta importante pesquería en la región del SICA y marca un hito en el enfoque de manejo de los recursos pesqueros con distribución regional, experiencia que podría ser replicada con otras especies como parte de una estrategia nacional y regional de manejo sostenible y de aprovechamiento responsable de los recursos pesqueros de interés comercial.

Para finalizar, queremos hacer un reconocimiento especial a los grupos de trabajo nacionales y al Grupo de Trabajo Binacional por sus valiosos aportes a este estudio, a la coordinación técnica de la WWF y al Sr. Rodolfo Sánchez Barquero, por aportar toda su experiencia técnica y recomendaciones en la elaboración de este estudio.

Lic. Edward Jackson Abella

**Presidente Ejecutivo
INPESCA
Nicaragua**

Ing. Cesar Alberto Fortín

**Director
DIGEPESCA/SAG
Honduras**

RESUMEN EJECUTIVO

La pesquería de langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*) constituye uno de los principales recursos pesqueros a nivel regional y binacional (Honduras-Nicaragua), tanto desde el punto de vista social como por su valor económico. Las exportaciones binacionales superan los 5.6 millones de lb. cola (2,540 TM) con destino al mercado de EEUU, la Unión Europea y países asiáticos, principalmente, en presentaciones tales como cola congelada, entera congelada y precocida. De acuerdo con estadísticas oficiales de ambos países, las exportaciones anuales rondan los 100 millones de dólares y el empleo que genera supera los 15 mil puestos de trabajo, entre directos e indirectos.

Esta primera evaluación binacional (Honduras-Nicaragua) se realizó siguiendo la metodología descrita en el Plan Regional de Manejo de la pesquería de la langosta espinosa del Caribe (*P. argus*), más conocido como Plan MARPLESCA, y tiene por objetivo conocer el estado actual de la pesquería en la plataforma Honduras-Nicaragua. Esta colaboración binacional en materia de investigación pesquera es novedosa en la región del SICA y marca un hito en el enfoque de manejo de los recursos pesqueros con distribución regional.

Los resultados obtenidos en este estudio de la pesquería a nivel binacional indican que la pesquería de langosta en ambos países se encuentra al límite de su máximo rendimiento sostenible, es decir, un aumento en el esfuerzo de pesca significaría una disminución en la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), razón por la que las administraciones de pesca en ambos países deben procurar mantener el esfuerzo en el número de embarcaciones actuales, establecer medidas para el control efectivo del número de nasas, así como un registro efectivo, control y ordenamiento de la pesca artesanal.

Con base en el proceso de evaluación desarrollado, se identificó una urgente necesidad de mejorar y armonizar la recopilación de datos y las evaluaciones de la población de langosta espinosa en los ámbitos local y regional, y de enfrentar importantes vacíos de información sobre este importante recurso. A su vez, con base en esta primera evaluación binacional de stock, se considera de alta prioridad reforzar el sistema de vigilancia y monitoreo de la pesquería, incrementando el muestreo a bordo y en las plantas de procesamiento, para tener una mejor representación de la estructura por tamaños de las capturas, mejorar la estimación de la fracción de ejemplares capturados por debajo de la talla/peso mínimo y, en general, reducir la incertidumbre que se origina por el proceso de transformación de categorías comerciales en frecuencias de tamaños.

Se recomienda a las administraciones pesqueras nacionales de Honduras y Nicaragua valorar e implementar las acciones propuestas en esta primera evaluación binacional en consenso con los distintos actores de la pesquería, con el fin de impulsar un plan de manejo que asegure la sostenibilidad de este valioso recurso.

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA) y la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA) de Honduras, con el apoyo de WWF, iniciaron en el año 2012 un Proyecto de Mejoramiento Pesquero (FIP por sus siglas en inglés) de la pesquería de langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*) en la modalidad de pesca con nasas, con el objetivo de mejorar la pesca de esta especie en su área de distribución siguiendo los estándares del Marine Stewardship Council (MSC). Para ello, cada uno de los países desarrollaron Planes de Acción con una serie de acciones a cumplir enmarcadas en los tres principios del MSC. Los planes de acción en ambos FIP tienen como meta una eventual certificación de esta importante pesquería. Dado que se cuenta con evidencia de que el stock de langosta espinosa es compartido en la plataforma Honduras-Nicaragua, ambos planes de acción identificaron hitos y actividades relacionados al desarrollo de una evaluación de stock binacional.

Debido a la importancia socioeconómica de la langosta espinosa y su naturaleza compartida, mejorar su ordenación y manejo debe ser una prioridad en la región. La amplia distribución geográfica y la dispersión de las larvas de langosta espinosa a través de las fronteras internacionales, requiere ordenación en los planos local e internacional, así como gestión conjunta, incluidos monitoreo, control y vigilancia de todos los países con pesquerías de langosta (OSPESCA/CRFM/COPACO, 2019).

En este informe se presentan los resultados de la primera evaluación binacional (Honduras-Nicaragua) de la pesquería de langosta espinosa, obtenidos mediante la aplicación de la metodología descrita en el Plan MARPLESCA, para diez temporadas de pesca, 2010-2020.

Entre las principales conclusiones de la evaluación binacional se hace énfasis en la necesidad de fortalecer la coordinación para el seguimiento estadístico, así como el monitoreo, vigilancia y control de la actividad pesquera. A su vez, el desarrollo de esta primera evaluación binacional identificó la importancia de reforzar las herramientas para el manejo sostenible del recurso a través de la formación de grupos de trabajo nacionales y binacionales que den seguimiento a la implementación de los planes de manejo de la pesquería.

II. ANTECEDENTES

En el año 2012 los gobiernos de Honduras y Nicaragua, con el apoyo de WWF, inician cada uno un Proyecto de Mejoramiento Pesquero (FIP por sus siglas en inglés) para la pesquería de langosta espinosa del Caribe con la modalidad de nasas. Ambos países inician dicho proceso con el objetivo de mejorar el ordenamiento y manejo de la pesquería siguiendo los estándares del MSC y teniendo como meta una eventual certificación de la pesquería.

Dentro de ambos Planes de Acción para los FIP correspondientes se identificaron hitos comunes relacionados al desarrollo de la primera evaluación del stock binacional, considerando que la langosta espinosa comparte hábitats arrecifales, extensiones de praderas de pastos marinos, atolones y manglares en ambas plataformas.

Atendiendo ambos Planes de Acción, previo a empezar la evaluación binacional en sí, se procedió a la conformación oficial del Grupo de Trabajo Binacional (GTB) en 2019, formado por delegados de la DIGEPESCA e INPESCA, con el fin de operativizar la misma. El GTB, junto con WWF, elaboró una hoja de ruta consensuada para identificar y ordenar los esfuerzos necesarios para concretar la primera evaluación de stock binacional. Después de acordar que para dicha evaluación se utilizaría la metodología de evaluación propuesta en el plan MARPLESCA, plan elaborado por OSPESCA y aprobado por las autoridades de pesca de la región en diciembre de 2018, se inició con la implementación de las siguientes fases de la hoja de ruta:

a) Visita de delegados de INPESCA a plantas de proceso en Honduras.

Del 19 al 25 de enero de 2020 se visitaron 4 plantas procesadoras de langosta ubicadas en Roatán y la Ceiba en el caribe hondureño, con el objetivo de conocer y valorar la forma en que se colectan los datos necesarios para la aplicación del modelo MARPLESCA. Durante la visita se hizo énfasis en el diseño de una base de datos homologada para compilar la información proveniente de ambos países, así como la necesidad del compromiso de ambas autoridades de pesca para acompañar el proceso de dicha evaluación binacional.

b) Capacitación en el modelo MARPLESCA a personal hondureño.

Del 10 al 12 de marzo de 2020 se desarrolló el taller de capacitación en la toma de datos, muestreo biológico, análisis de datos, uso de función lineal para el cálculo de relaciones morfométricas y aplicación de la técnica del modelo de evaluación de stock de langosta espinosa del Caribe contenido en el Plan MARPLESCA, el cual fue dirigido a técnicos de la DIGEPESCA y personal técnico hondureño clave. Se contó con una asistencia de 12 personas, técnicos y especialistas de la SAG, DIGEPESCA, de la Dirección General del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA), del Centro de Estudios Marinos (CEM), de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) y una delegada de la Empresa Procesadora COMEXPROM que opera en La Ceiba. Especialistas en pesquerías del INPESCA y WWF facilitaron el taller de capacitación.

c) Visita de delegados de DIGEPESCA a plantas de proceso en Nicaragua.

Esta visita no fue posible realizarla por las restricciones impuestas por la pandemia del COVID-19.

d) Construcción de base de datos binacional.

Un paso clave e indispensable para garantizar el desarrollo de esta evaluación binacional fue la construcción de una base de datos por país, y binacional, que incluyera desembarques y esfuerzo pesquero, así como la información de langosta procesada por categoría comercial que generan las plantas procesadoras, base de datos que sirvió de entrada al modelo de evaluación MARPLESCA. La contribución de las instituciones competentes de la pesca a nivel binacional, las plantas de proceso en ambos países e instituciones como FAO, NOAA, OSPESCA e investigadores independientes fue fundamental para la construcción de la base de datos binacional de la pesquería para un periodo de diez temporadas de pesca (2010-2020).

e) Corrida del modelo MARPLESCA

La metodología de evaluación propuesta en el plan MARPLESCA, se aplicó para 10 temporadas de pesca, iniciando con la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2019-2020. Este procedimiento se realizó por país y consolidado de forma binacional. Este modelo busca armonizar que los datos de entrada y resultados puedan compartirse a nivel regional sin pasar por el problema de que las unidades de medida y metodologías fueran diferentes. Es un modelo simple que tiene como una de las grandes ventajas el que no requiere datos del esfuerzo de pesca o rendimientos de pesca, los cuales muy pocos países de la región tienen la capacidad de coleccionar y analizar. Debido a ello, y con base en las reuniones del GTB, el modelo de evaluación MARPLESCA fue el escogido para desarrollar este primer ejercicio de evaluación binacional.

III. BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LA LANGOSTA ESPINOSA *P. ARGUS*

3.1. Biología

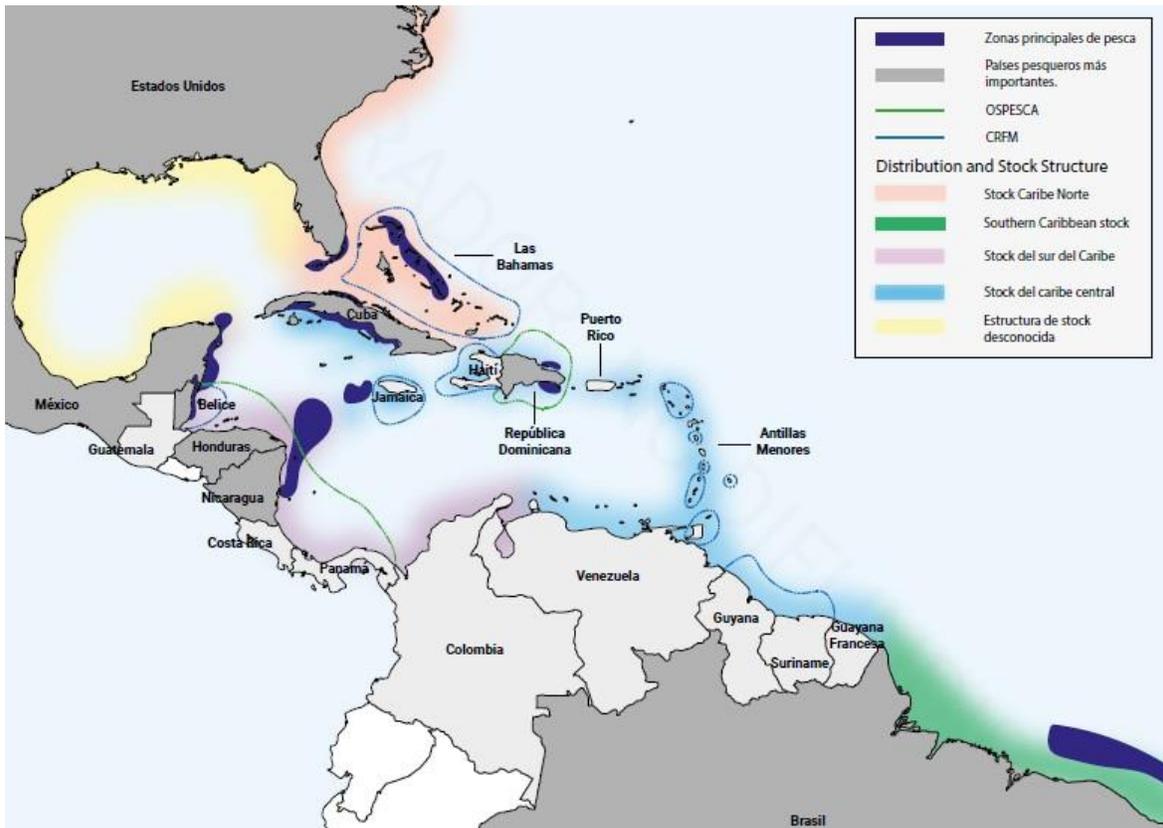
La langosta espinosa del Caribe *P. argus*, tiene un ciclo de vida complejo, con un período de larvas planctónicas de 6-12 meses de duración. La langosta del Caribe pertenece a los recursos transfronterizos que se dispersan en estado larvario, ya que derivan con las corrientes oceánicas por espacio de ocho meses o un año. El ciclo vital de la langosta espinosa del Caribe ha sido ampliamente descrito en todas sus fases (Riveros G., 1972; Olsen, D.A. and I. Koblic, 1975; Bowen B. K., 1980; García A., 1980; Marx J. M. y W. Herrkind, 1986; Cruz R., 1987; Colin, P.L., 1988; Phillips *et al*, 1994). Hay que destacar que investigaciones realizadas en Nicaragua han mostrado los períodos de mayor actividad reproductiva en mayo y octubre (Martínez, S., 1997), así como el reclutamiento con mayor intensidad ocurre en el mes de junio, cuando aparecen más ejemplares juveniles en los muestreos realizados (Barnutti, 2000; Barnutti, 2001; FAO, 2003). Esta información documentada fue un elemento decisivo para establecer la veda regional en los países del SICA, establecida en el Reglamento Regional OSP-02-09, de cuatro meses entre marzo a junio de cada año.

Debido a su amplia distribución y a su proceso migratorio en estado larvario, la langosta del Caribe se ha considerado como una meta-población, lo cual implica que debe ser administrada en forma conjunta por todos los países que tienen este crustáceo como pesquería objetivo. Los estudios de su ciclo de vida contemplan también la posibilidad de que el transporte de larvas por las corrientes oceánicas constituya un abastecimiento importante de estas para permitir las pesquerías en zonas distantes de los sitios de desove (Ehrhardt, 1994), lo cual a su vez es un enlace transfronterizo muy importante y podría considerarse como una externalidad de la pesquería.

3.2. Distribución en el Gran Caribe

La langosta espinosa del Caribe, *P. argus* (Latreille, 1894) se distribuye desde la costa sur oriental de los EEUU., el Golfo de México, la plataforma de Las Bahamas, el Arrecife Mesoamericano, el Golfo de Honduras y la cordillera de islas desde Cuba hasta las Antillas Menores, frente a la costa de Venezuela (figura 1). En estos ecosistemas ocupa diversos hábitats marinos: praderas de pastos marinos, manglares, arrecifes de coral y sustratos rocosos son los hábitats preferidos de jóvenes y adultos. Las zonas con mayor producción pesquera de langosta espinosa en el Caribe son aquellas con amplias zonas costeras someras con hábitats adecuados para las langostas jóvenes (OSPESCA/CRFM/COPACO/CLME+). 2019.

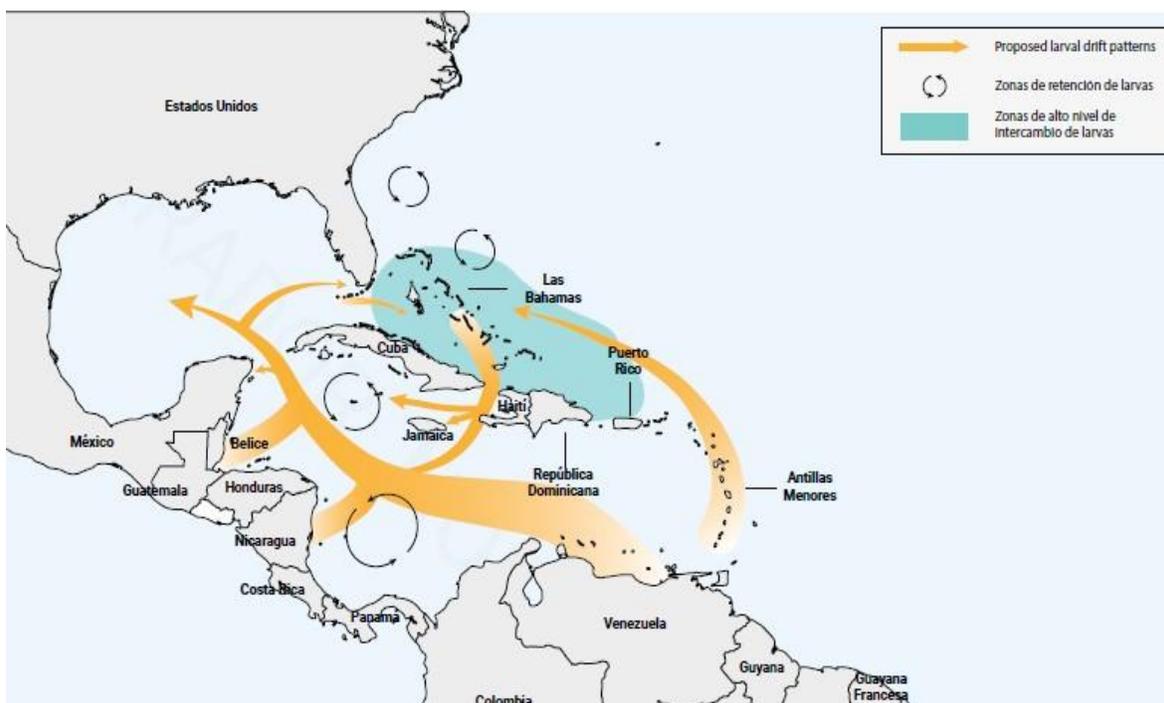
Figura 1
 Área de distribución de la langosta espinosa en el Gran Caribe



Fuente: OSPESCA/CRFM/COPACO/CLME+. 2019. Enfoque ecosistémico para la pesca de la langosta espinosa (*Panulirus argus*)

De particular importancia es la dispersión de las larvas de langosta espinosa a causa de las corrientes oceánicas en todo el Mar Caribe y el Océano Atlántico Centro-Occidental (Figura 2).

Figura 2
Propuesta de patrones de dispersión larvaria de la langosta espinosa del Caribe y zonas de retención larvaria en el Caribe



Fuente: OSPESCA/CRFM/COPACO/CLME+. 2019. Enfoque ecosistémico para la pesca de la langosta espinosa (*Panulirus argus*)

Las larvas también se conservan en giros oceánicos predominantemente en el Golfo de Honduras, en mar adentro frente a Costa Rica y Panamá, al sur de Cuba y al norte de Las Bahamas. Posteriormente, las larvas emigran a los hábitats costeros, donde ocupan áreas de cría superficiales durante otros 6 a 8 meses. Se ha identificado una fuerte conectividad larvaria entre la República Dominicana, Belice, Nicaragua, los Cayos de la Florida y el Oeste de la Florida (OSPESCA/CRFM/COPACO/CLME+). 2019.

El fondo marino en la región de Centroamérica se destaca por el sistema arrecifal de Belice, que es el segundo después de la Gran Barrera de coral de Australia, siguiéndole en importancia en la región la amplia zona de los Cayos Miskitos en Nicaragua y de la plataforma de Honduras. También existen promontorios de coral que se alcanzan hasta 16 m en la isla de Corn Island de Nicaragua, los cuales están ubicados en la parte plana de la plataforma (Martínez, 2007).

3.3. Distribución binacional Honduras-Nicaragua

La extensa zona de distribución de la langosta espinosa en ambos países (Figura 3), constituye un hábitat excepcional provisto de importantes extensiones de arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos y bosques de manglares (Cayos Cajones, Cocorocuma y Arrecifes de la Media Luna en Honduras, Cayos Miskitos, Perlas e Islas Grande y Pequeña del Maíz en Nicaragua).

Figura 3
Distribución binacional (Honduras-Nicaragua) de la langosta espinosa del Caribe



Fuente: Gutiérrez A. 2021. Elaboración propia

Estos hábitats favorecen la retención larvaria, la que a su vez es propiciada por el giro de la corriente del Caribe, en dirección norte-sur paralelo al litoral costero del Caribe nicaragüense. Estas condiciones favorecen el asentamiento, crecimiento de juveniles y subadultos que luego de llegar a su fase preadulto se van incorporando a los bancos de pesca ubicados en ambos países.

IV. IMPORTANCIA DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA POR PAÍS Y BINACIONAL

4.1. Pesquería de langosta espinosa en Nicaragua

La langosta espinosa es el principal recurso pesquero en el Caribe de Nicaragua. Por los volúmenes desembarcados y su valor económico, tiene una alta relevancia social y económica, además de cultural, siendo una de las pesquerías más importantes del país. Evidencia de ello es el monto de divisas que genera anualmente el comercio de este producto a los EEUU, uno de los principales mercados de langosta de Nicaragua. De acuerdo con estadísticas oficiales (INPESCA, 2019), los desembarques de langosta fueron de 1,630 TM de libras cola y las exportaciones equivalentes a 65.8 millones de dólares.

Según datos del Censo Nacional de Pesca y Acuicultura 2016, se estima que este recurso genera un total de 9 mil empleos en la extracción, industrialización y comercialización del producto. La pesquería de langosta en Nicaragua cuenta con una flota industrial de 73 embarcaciones operativas, de las cuales operaron en promedio 64 en la modalidad de nasas y 9 con buceo scuba (INPESCA, 2019) y se estima que la flota artesanal está compuesta por un total de 800 embarcaciones, entre lanchas, pangas y cayucos, las que utilizan la modalidad de pesca con nasas, buceo a pulmón y scuba.

4.2. Pesquería de langosta espinosa en Honduras

La pesquería de langosta espinosa de Honduras ocupa un lugar destacado entre las más importantes del Caribe Occidental por sus volúmenes de producción (Ehrhardt 1997, 2005, WWF 2006, Seijo 2007). Esta pesquería la sustenta una parte de la vigorosa población de langosta que habita la extensa plataforma continental de Honduras-Nicaragua (Sosa, 2015).

En la última década, la langosta se ha consolidado como uno de los recursos pesqueros más valiosos de Honduras (WWF, 2006). Como evidencia de ello, en las últimas diez temporadas de pesca (2010-2011 a 2019-2020), el volumen de las exportaciones a EEUU por temporada varió entre 1,022 y 1,761 TM de cola de langosta, con promedio de 1,185.1 TM. El valor económico de este intercambio comercial ha significado para Honduras de 32.5 a 53.7 millones de dólares por temporada, con un promedio de 42.4 millones.

La pesquería de langosta en Honduras cuenta con una flota industrial de 120 embarcaciones operativas, de la cual operan en promedio 91 embarcaciones con la modalidad de nasas y 29 con buceo scuba. No se cuenta con información oficial de número de embarcaciones artesanales (DIGEPESCA, 2019).

4.3. Pesquería de langosta espinosa a nivel binacional

La pesquería de langosta espinosa constituye el principal recurso pesquero en ambos países, tanto por los volúmenes desembarcados como por su valor económico. Las exportaciones superan los 5.6 millones de lb. peso cola (2,540 TM), siendo los principales mercados EEUU, Unión Europea y países asiáticos. La langosta es comercializada en presentaciones tales como cola congelada, entera congelada y precocida. Nicaragua ha iniciado el envío de embarques de langosta

viva con destino a Europa y países asiáticos. De acuerdo con estadísticas oficiales de ambos países, las exportaciones anuales rondan los 100 millones de dólares y el empleo que genera supera los 15 mil puestos de trabajo, entre directos e indirectos.

Honduras y Nicaragua comienzan en los años 1970s el desarrollo de la pesca industrial de langosta, que comprende la extracción, procesamiento y exportación del producto. Los cimientos de esta dinámica industrial son precisamente las existencias del recurso y el esfuerzo de los pescadores que integran las flotas langosteras de ambos países.

En la plataforma de Honduras-Nicaragua domina la pesca industrial de langosta, en la que predominan embarcaciones tipo florida, las que utilizan dos artes de pesca: nasas o trampas de madera, y buceo scuba (Irías, *et al.* 2001, Barnutty, 2003). Ambas flotas operan en aguas relativamente retiradas de la costa, a profundidades de entre 7 a 35 m en el caso de buceo scuba y de entre 30 a 80 m para el caso de las nasas (Irías, *et al.* 2001). Más cerca de la costa opera la flota artesanal. Lo anterior implica que por cuatro décadas la operación conjunta de las flotas industriales (nasas y scuba), combinadas con la flota artesanal, han ejercido una continua presión de pesca sobre el recurso langosta en la plataforma Honduras-Nicaragua (Sosa, *et al.* 2011).

V. MATRIZ DE ELEMENTOS COMUNES HONDURAS-NICARAGUA

Debido a su amplia distribución y a su proceso migratorio en estado larvario, la langosta del Caribe se ha considerado como una meta población, lo que implica que debe ser administrada en forma conjunta por todos los países que tienen este recurso como pesca objetivo. Los desafíos y oportunidades de esta pesquería son similares en Honduras y Nicaragua, por lo que resulta ventajoso aunar esfuerzos para manejarla en forma conjunta. Por ejemplo, obtener información de la biología, distribución y abundancia de la langosta es más viable y de mayor cobertura si se hace en forma armónica y a nivel regional. Por lo tanto, Nicaragua, Honduras y demás países de la región deben fortalecer los esfuerzos para establecer pautas armónicas y sistemáticas de implementación de políticas y manejo de ésta importante pesquería.

La tabla 1 resume los aspectos más importantes de la pesquería de langosta espinosa y el ordenamiento y manejo del recurso en ambos países.

Tabla 1
Matriz de elementos comunes Honduras-Nicaragua

Descripción del elemento		Honduras	Nicaragua
Tipo de pesquería	Artisanal		x
	Industrial	x	x
Capacidad de extracción en peso cola	Flota Artesanal e Industrial	>1500TM	>1500TM
Artes de pesca	Nasas	x	x
	Buceo scuba	x	x
	Buceo a Pulmón		x
	Buceo con Hooka		x
Tipo de proceso del producto	Colas	x	x
	Entera congelada	x	x
	Entera Precocida		x
	Viva	x	x
Mercado de destino	Local y regional	x	x
	EEUU	x	x
	Unión Europea		x
	Países asiáticos		x
Unidad de medida para la exportación	Onzas	x	x
	Libras	x	x
	Kilogramos ¹	x	

¹ El Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SAG-SENASA) reporta las exportaciones de langosta espinosa de Honduras en kilogramos.

Estructura de la administración pesquera		Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA) adscrita a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)	Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA) Entidad descentralizada
Legislación pesquera	Ley de Pesca	x	x
	Reglamento Regional OSP 02-09	x	x
Monitoreo satelital de la flota industrial langostera		x	x
Seguimiento y evaluación anual del recurso			x
Cuota Global Anual de Captura (CGAC)			x
Plan de Manejo			x
FIP (Proyecto de mejora pesquera)		x	x
Seguimiento estadístico sistemático de la actividad pesquera (Publicación de anuarios estadísticos pesqueros)			x
Monitoreo, vigilancia y control		x	x
Aplicación de periodo de veda (marzo-junio)		x	x
Talla mínima de captura (140 mm cola)		x	x

Fuente: Gutiérrez, R. 2021. Modificado del Plan MARPLESCA, 2018

VI. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA EVALUACIÓN BINACIONAL

El Subproyecto Ecolangosta+ del proyecto CLME+, en el año 2017, promovió la adopción y utilización de un modelo de evaluación pesquera de la langosta espinosa del Caribe basado en la experiencia de Nicaragua, donde se aplica un modelo de análisis de cohortes calibrado basado en tallas. Este modelo fue discutido y revisado en un taller regional donde los países miembros del SICA/OSPESCA acordaron su uso y solicitaron capacitación en la aplicación del mismo.

Este modelo, más conocido en la región centroamericana como el modelo MARPLESCA, busca armonizar que los datos de entrada y resultados puedan compartirse a nivel regional sin pasar por el problema de que las unidades de medida y metodologías fueran diferentes. Es un modelo simple que tiene como una de las grandes ventajas, el que no requiere datos del esfuerzo de pesca o rendimientos de pesca, los cuales muy pocos países de la región tienen la capacidad de coleccionar y analizar. Debido a ello, y con base en las reuniones del GTB, el modelo de evaluación MARPLESCA fue el escogido para desarrollar este primer ejercicio de evaluación binacional.

6.1. Construcción de la base de datos binacional

La cantidad y calidad de los datos es la base fundamental para el seguimiento y análisis del estado de una pesquería a través del tiempo, de tal manera que el registro ordenado, confiable y estructurado de los datos permite obtener resultados que generen propuestas oportunas de manejo de una pesquería.

En Honduras, la obtención de las bases de datos necesarias para la aplicación del modelo de evaluación (MARPLESCA), el cual requiere como datos de entrada la industrialización de los desembarques por categorías comerciales, presentó una serie de dificultades. Estas derivaron, en parte, de los vacíos de información que genera la falta de un programa sistemático de seguimiento y registro estadístico pesquero en la DIGEPESCA y, por otro, de la falta de coordinación entre las Delegaciones Regionales y la DIGEPESCA Central en cuanto al envío de los reportes estadísticos que generan las empresas pesqueras, plantas de proceso y centros de acopio de langosta espinosa, ubicadas en el Caribe hondureño.

Los vacíos de información identificados fueron superados gracias al apoyo del Grupo de Trabajo Binacional (GTB), la Dirección Superior de DIGEPESCA y WWF, quienes establecieron los contactos directos con SENASA y plantas procesadoras en Ceiba, Roatán y Guanaja, por una parte, y por otra, gracias a información de investigadores independientes y a instituciones regionales y agencias de gobierno como OSPESCA y NOAA. Para ordenar la información disponible para Honduras e identificar las fuentes de información que fueron utilizadas para construir las bases de datos necesarias para Honduras, se creó una hoja en Excel, nombrada METADATA (Anexo 1), con la información detallada de los aportes de datos con los cuales fue posible construir y completar la base de datos de desembarques, esfuerzo pesquero e industrialización por categoría comercial de diez temporadas de pesca, 2010-2011 hasta la temporada 2019-2020.

En el caso de Nicaragua, el INPESCA cuenta con una base de datos de langosta espinosa del Caribe desde el año 1964. Anualmente se realizan publicaciones de anuarios estadísticos pesqueros y acuícolas donde se presentan las tendencias y proyecciones de los diferentes recursos pesqueros y acuícolas, anuarios a los que se puede acceder en la página web de la institución www.inpesca.gob.ni.

6.2. Parámetros biológicos de la langosta espinosa *P. argus* utilizados para la evaluación binacional

En este apartado es importante destacar que tanto los factores de conversión como las relaciones morfométricas utilizadas en este procedimiento de evaluación fueron calculados recientemente para Nicaragua. Los factores de conversión y relaciones morfométricas fueron calculados por Gutiérrez, R. 2019, (Tabla 2). Los parámetros de crecimiento fueron calculados para Nicaragua por Barnutti (2001). El GTB estuvo de acuerdo con la utilización de dichos factores de conversión, relaciones morfométricas y parámetros de crecimiento, bajo el entendido que Honduras debe generar las mismas para la plataforma hondureña y así utilizar parámetros propios al momento de desarrollar evaluaciones futuras de stock de langosta espinosa a nivel nacional.

Tabla 2
Parámetros biológicos de la langosta espinosa utilizados para la evaluación binacional Nicaragua-Honduras

Factores de conversión de cola a entero, langosta espinosa del Caribe de Nicaragua			
Sexos	Número de individuos	Factor de conversión	
Hembras	204	Ptotal = 2.9 Pcola	
Machos	195	Ptotal = 3.1 Pcola	
Combinados	399	Ptotal = 3.0 Pcola	
Fuente: INPESCA (Gutiérrez, R. 2019).			
Relaciones morfométricas, langosta espinosa del Caribe de Nicaragua			
Sexos	Ecuación	No. de individuos	R2
Sexos combinados	$Pcola = 0.0001 * Lcola^{2.8532}$	399	0.9566
Sexos combinados	$Ptotal = 0.0005 * Lcola^{2.758}$	399	0.9063
Fuente: INPESCA (Gutiérrez, R. 2019).			
Parámetros de crecimiento			
Langosta espinosa de Nicaragua (<i>P. argus</i>)			
Lcola infinito=	276 mm		
K=	0.24 anual		
to=	0.44 años		
M=	0.36 anual		
Fuente: INPESCA (Barnutti, R. 2001)			

Fuente: Gutiérrez, R. 2021. Elaboración propia

6.3) Modelo MARPLESCA

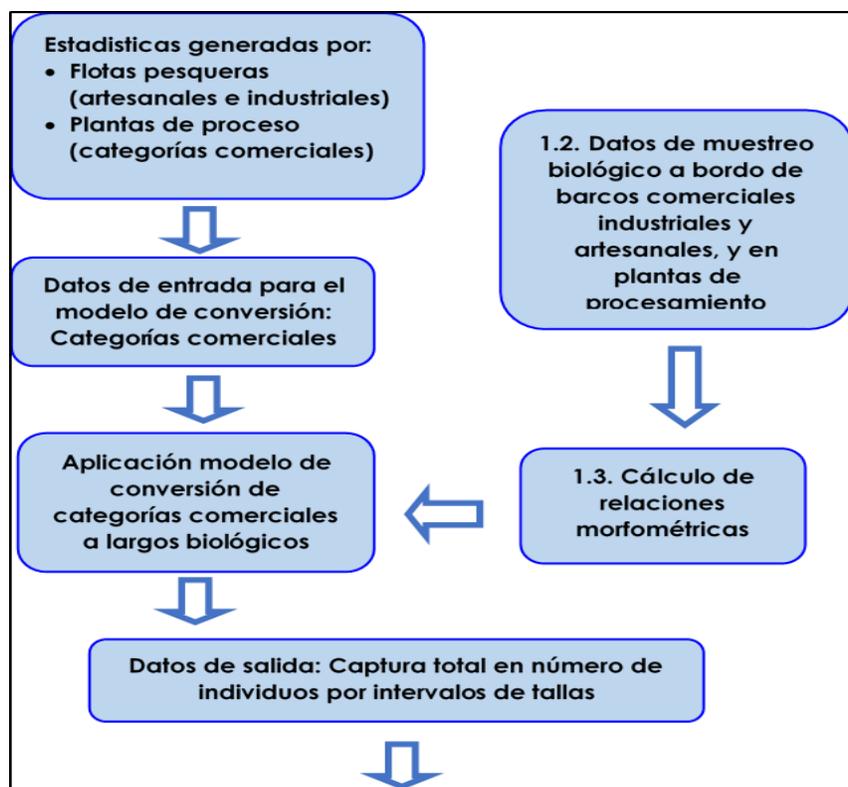
Parte 1: Metodología propuesta para el seguimiento y la evaluación regional de la pesquería de la Langosta *P. argus* en los países del SICA/OSPESCA, CARICOM/CRFM y la COPACO.

Datos requeridos para la evaluación y seguimiento:

- Datos estadísticos de captura provenientes de las flotas pesqueras industriales y artesanales.
- Datos de industrialización mensual de las langostas por categorías comerciales provenientes de las plantas de proceso.
- Datos de muestreos biológicos (longitudes) a bordo de embarcaciones en labores de pesca comercial, monitoreos científicos, muestreos en plantas de proceso y centros de acopio.
- Cálculo de las relaciones morfométricas de longitud – peso para transformar categorías comerciales a unidades de longitud.

Las fórmulas y factores de conversión de longitud-peso se utilizan para aplicar el modelo de conversión de categorías comerciales a largos biológicos (Figura 4) propuesto por Cruz, 1995, adaptado por Pérez M, 1998 y revisado por Guevara, R. 2009.

Figura 4
Propuesta de metodología, seguimiento y evaluación. Parte 1



Fuente: Plan regional de manejo de la pesquería de la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*), Plan MARPLESCA. 2018

Al aplicar el modelo de conversión se obtiene como salida la distribución de frecuencias de la captura total en número de individuos por grupos de tallas por mes, las que junto a los muestreos biológicos sirven para calcular los parámetros de crecimiento (M , K , L^∞ y t_0) por medio de la aplicación de las técnicas de FAO ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT), en caso de ser necesario. También, los datos de distribución de frecuencias de tallas mensuales y los parámetros de crecimiento sirven como datos de entrada para la parte 2 de la metodología de cálculo del modelo (Figura 4). Los parámetros de crecimiento de la langosta espinosa del Caribe también se pueden obtener de la literatura (ver detalle del procedimiento de cálculo en Anexo 2).

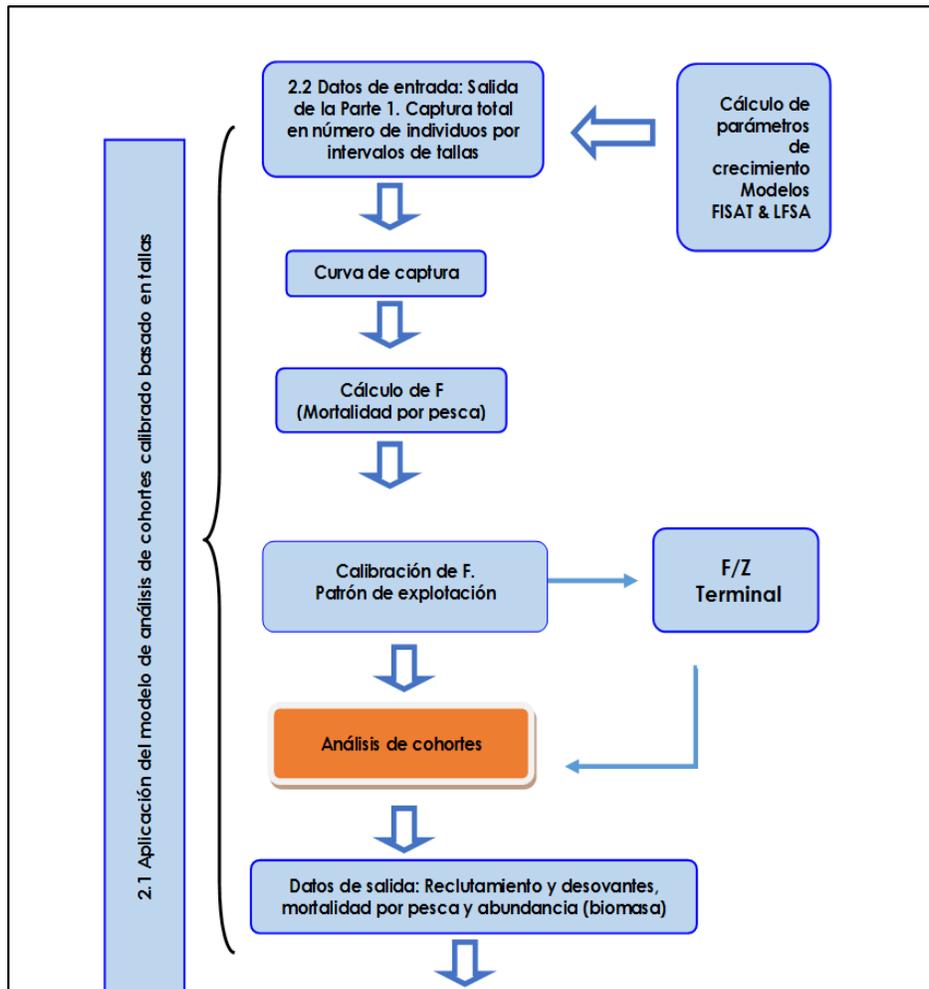
Parte 2: Aplicación de la técnica del análisis de cohortes basado en tallas.

Datos requeridos para el análisis de cohortes que provienen de la salida de la Parte 1:

- a) Parámetros de crecimiento (Mortalidad natural M , Coeficiente de crecimiento K , Longitud infinita L^∞ y la edad inicial t_0).
- b) Captura mensual o anual del número de individuos capturados por grupos de tallas.

Al aplicar el modelo de análisis de cohortes basado en tallas se obtienen como datos de salida: reclutamiento y desovantes en número de individuos, la mortalidad por pesca y la biomasa en número de individuos (Figura 5). (Ver detalle del procedimiento de cálculo en Anexo 3).

Figura 5
Propuesta de Metodología de Seguimiento y Evaluación Parte 2



Fuente: Plan regional de manejo de la pesquería de la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*), Plan MARPLESCA. 2018

VII. RESULTADOS

Para su mejor comprensión, los resultados se presentan en dos apartados. En el primero se presentan las estadísticas de desembarques, esfuerzo, Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), estadísticas de proceso por categoría comercial (generadas por las plantas de proceso, datos de entrada al modelo de conversión de categorías comerciales a largos biológicos) para 10 años 2010-2019, por país y binacional. En el segundo se presentan los resultados de la aplicación del modelo de evaluación MARPLESCA para 10 temporadas de pesca 2010-2011 a 2019-2020.

7.1. Desembarques, esfuerzo, CPUE y proceso por categoría comercial por país y binacional

7.1.1. Nicaragua

Los valores de desembarques de langosta para Nicaragua (Tabla 3, Figura 6), experimentaron un crecimiento de 2010 a 2015. Posterior a este año se registra una disminución hasta el año 2018 y en 2019 se observa una leve recuperación, a excepción de los desembarques por buceo, los que han permanecido estables con una leve disminución al final del período analizado, el incremento en los desembarques industriales guarda estrecha relación con el incremento en el esfuerzo en número de barcos operativos naseros en el período 2010-2018.

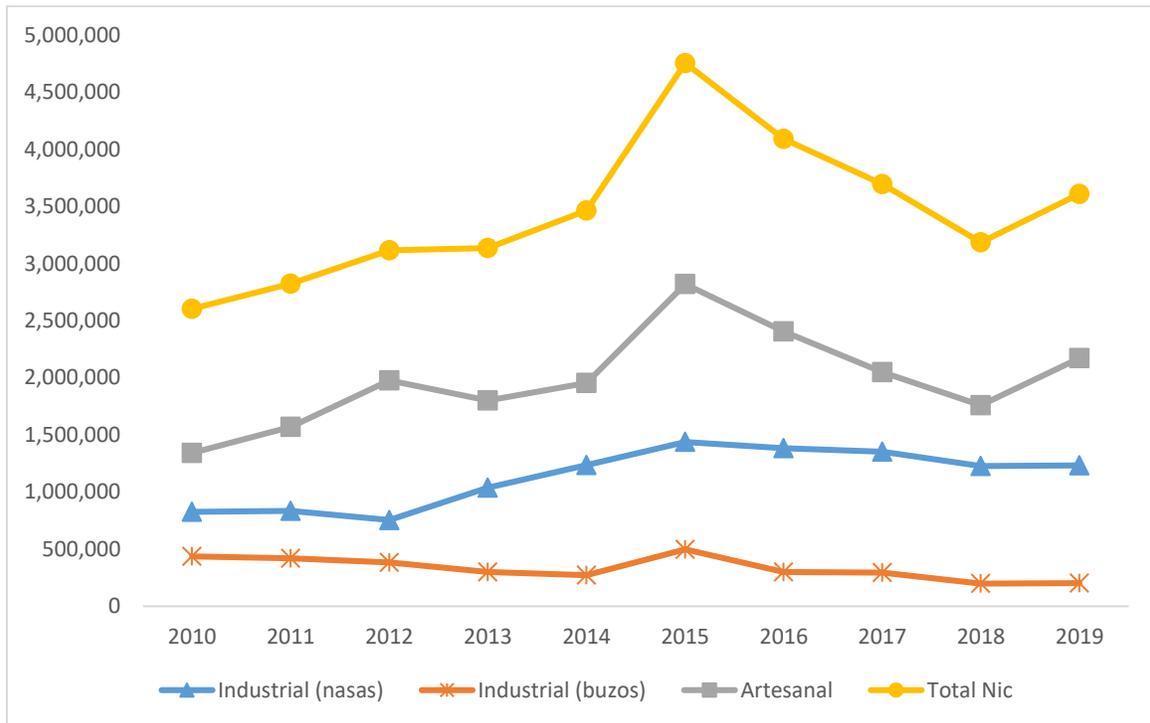
Tabla 3
Desembarques de langosta (lb cola) de Nicaragua

Años	Industrial (nasas)	Industrial (buzos)	Sub-Total	Artisanal	Gran Total
2010	826,372	436,126	1,262,498	1,342,728	2,605,226
2011	835,362	418,813	1,254,175	1,571,686	2,825,861
2012	754,952	382,438	1,137,390	1,978,402	3,115,792
2013	1,037,071	298,627	1,335,698	1,801,351	3,137,049
2014	1,236,693	270,942	1,507,635	1,956,424	3,464,059
2015	1,438,264	498,017	1,936,281	2,820,508	4,756,789
2016	1,384,470	299,941	1,684,411	2,406,661	4,091,072
2017	1,352,894	293,541	1,646,435	2,050,806	3,697,242
2018	1,228,267	198,345	1,426,612	1,759,303	3,185,915
2019	1,232,921	203,436	1,436,357	2,173,216	3,609,573

Factor de conversión: Entera a cola=3.

Fuente: Elaboración propia, con base en anuarios estadísticos INPESCA

Figura 6
Desembarques nominales (lb. cola) por flota. Nicaragua



Fuente: Elaboración propia, con base en anuarios estadísticos INPESCA

El esfuerzo en número de embarcaciones industriales para Nicaragua (Tabla 4, Figura 7) se presenta por flota pesquera (nasas y buzos). En el caso de la flota de nasas se registra un incremento en el número de barcos operativos hasta el año 2018, con un descenso en el año 2019. En el caso de la flota de buzos, se registra una disminución en el número de embarcaciones pasando de 17 en 2010 a 9 en el año 2019.

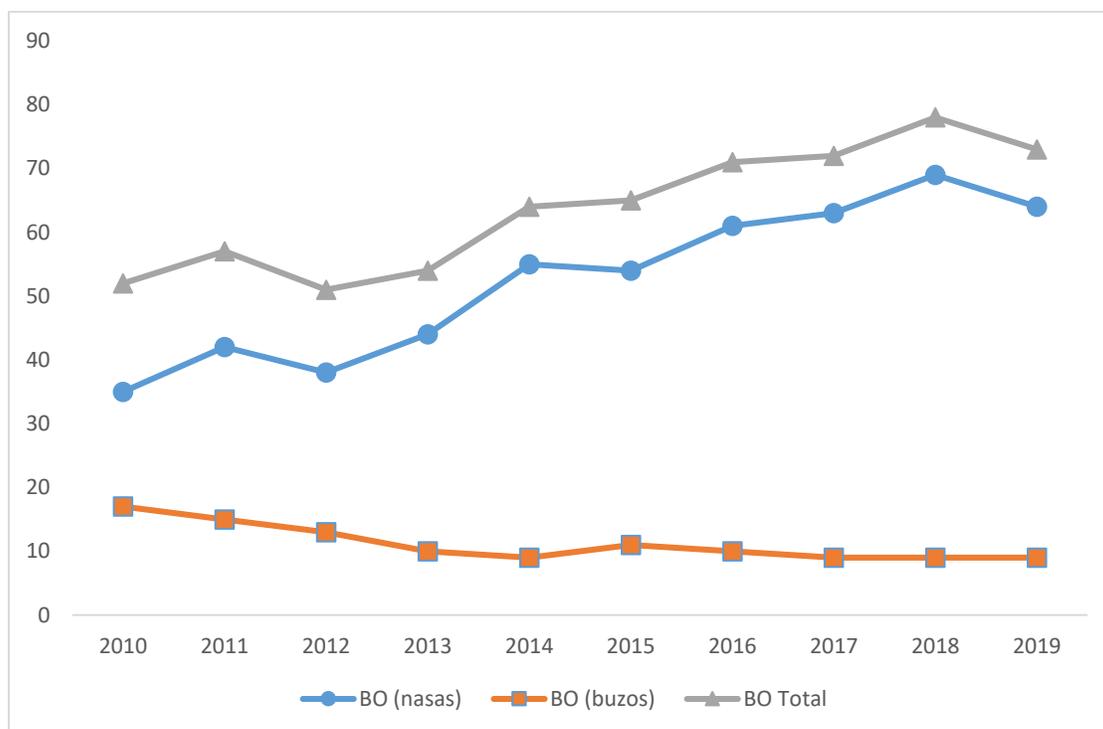
Tabla 4
Esfuerzo industrial (No. de barcos operativos) de langosta por flota en Nicaragua

Años	BO (nasas)	BO (buzos)	Total BO
2010	35	17	52
2011	42	15	57
2012	38	13	51
2013	44	10	54
2014	55	9	64
2015	54	11	65
2016	61	10	71
2017	63	9	72
2018	69	9	78
2019	64	9	73

BO: Barcos Operativos

Fuente: Elaboración propia, con base en anuarios estadísticos INPESCA

Figura 7
Esfuerzo nominal en número de embarcaciones industriales en Nicaragua



Fuente: Elaboración propia, con base en anuarios estadísticos INPESCA

La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la langosta espinosa para Nicaragua (Tabla 5, Figura 8) registró una tendencia positiva en el periodo 2010-2015, alcanzando su mejor rendimiento en 2015. A partir de este año se observa una disminución en la CPUE hasta 2018, con una leve recuperación en el año 2019.

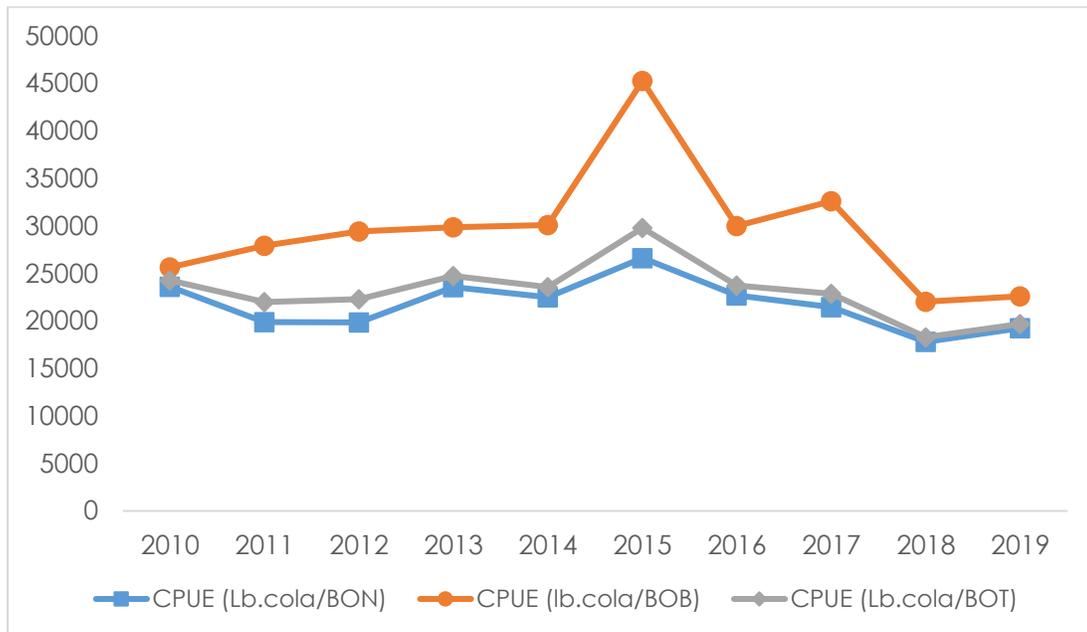
Tabla 5
Captura por Unidad de Esfuerzo (lb. cola/barco) en Nicaragua

Años	CPUE (lb. cola/BON)	CPUE (lb. cola/BOB)	CPUE (lb. cola/BOT)
2010	23,611	25,654	24,279
2011	19,890	27,921	22,003
2012	19,867	29,418	22,302
2013	23,570	29,863	24,735
2014	22,485	30,105	23,557
2015	26,635	45,274	29,789
2016	22,696	29,994	23,724
2017	21,475	32,616	22,867
2018	17,801	22,038	18,290
2019	19,264	22,604	19,676

BON: Barcos operativos nasas BOB: Barcos operativos buzos BOT: Barcos operativos totales

Fuente: Elaboración propia, con base en anuarios estadísticos INPESCA

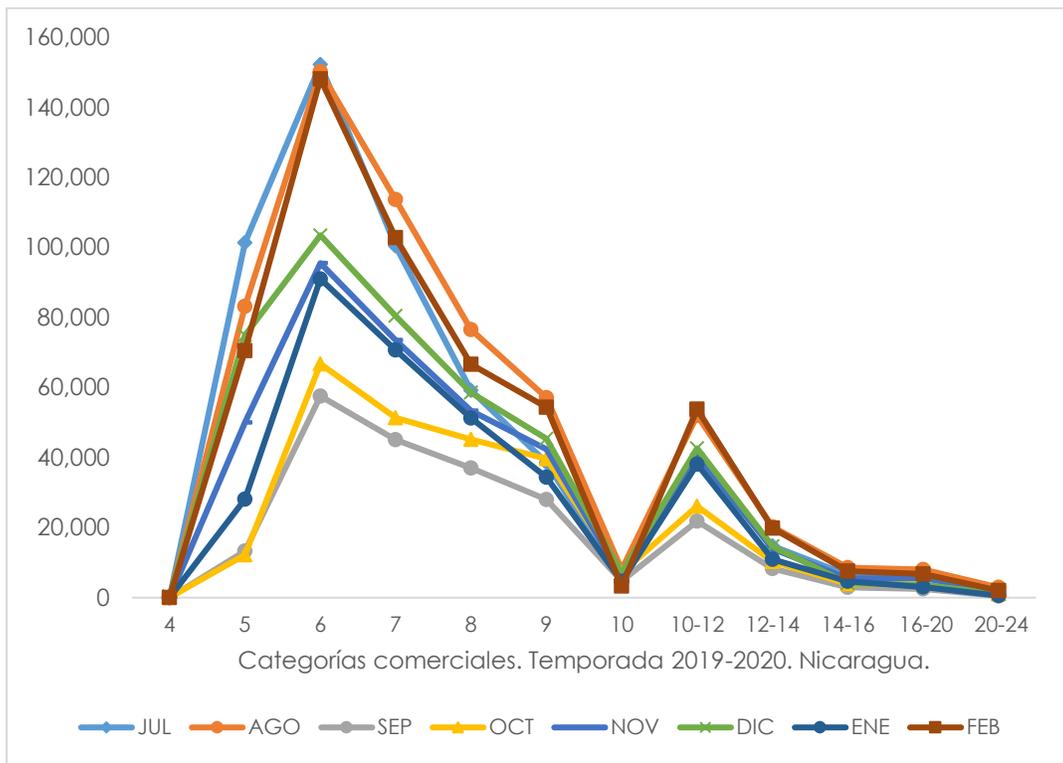
Figura 8
CPUE por flota y total en Nicaragua



Fuente: Elaboración propia, con base en anuarios estadísticos INPESCA

En la Figura 9 se presenta el procesamiento de langosta en lb cola por categoría comercial en Nicaragua, correspondiente a la temporada de pesca 2019-2020. Es importante destacar que las categorías comerciales más representativas en esta pesquería van de la categoría comercial 5 a las 9 onzas (cola), estos resultados muestran que las tallas recién ingresadas a la pesquería son las que soportan el mayor peso de los desembarques.

Figura 9
 Procesamiento (lb. cola/categoría comercial) en Nicaragua



Fuente: Elaboración propia, con base en anuarios estadísticos INPESCA

7.1.2. Honduras

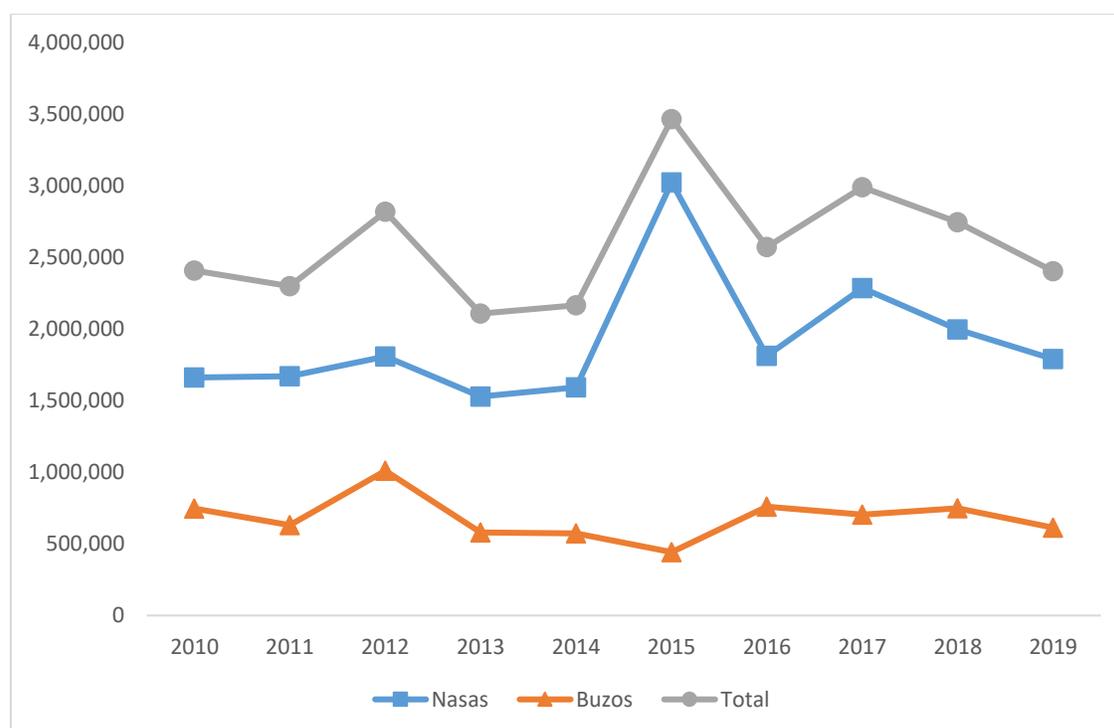
Los valores de desembarques de langosta para Honduras se presentan en la Tabla 6, Figura 10. Los mayores desembarques se registraron en el año 2015 con 3.4 millones de lb. peso cola (1,542 TM). Posterior a este año se observa un descenso hasta el año 2019, donde se registraron un total de 2.4 millones de lb. peso cola (1,088 TM).

Tabla 6
Desembarques de langosta (lb. cola) de Honduras

Años	Nasas	Buzos	Total
2010	1,662,452	748,030	2,410,482
2011	1,671,166	630,683	2,301,849
2012	1,810,484	1,011,222	2,821,706
2013	1,529,740	579,598	2,109,337
2014	1,594,288	572,591	2,166,879
2015	3,025,969	442,944	3,468,913
2016	1,814,951	759,888	2,574,839
2017	2,288,524	704,131	2,992,654
2018	1,998,572	748,972	2,747,543
2019	1,791,940	612,636	2,404,575

Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas DIGEPESCA

Figura 10
Desembarques (lb. cola) por flota en Honduras



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas DIGEPESCA

El esfuerzo nominal en número de embarcaciones industriales para Honduras (Tabla 7, Figura 11) se presenta por flota pesquera (nasas y buzos). La flota de nasas registra un descenso, pasando de 112 en 2010 a 91 en 2019. En el caso de la flota de buzos, el número de embarcaciones ha permanecido en promedio próximo a

las 29 embarcaciones. En general, incluidas ambas flotas, el esfuerzo pasó de 140 embarcaciones operativas en 2010 a 114 en 2019.

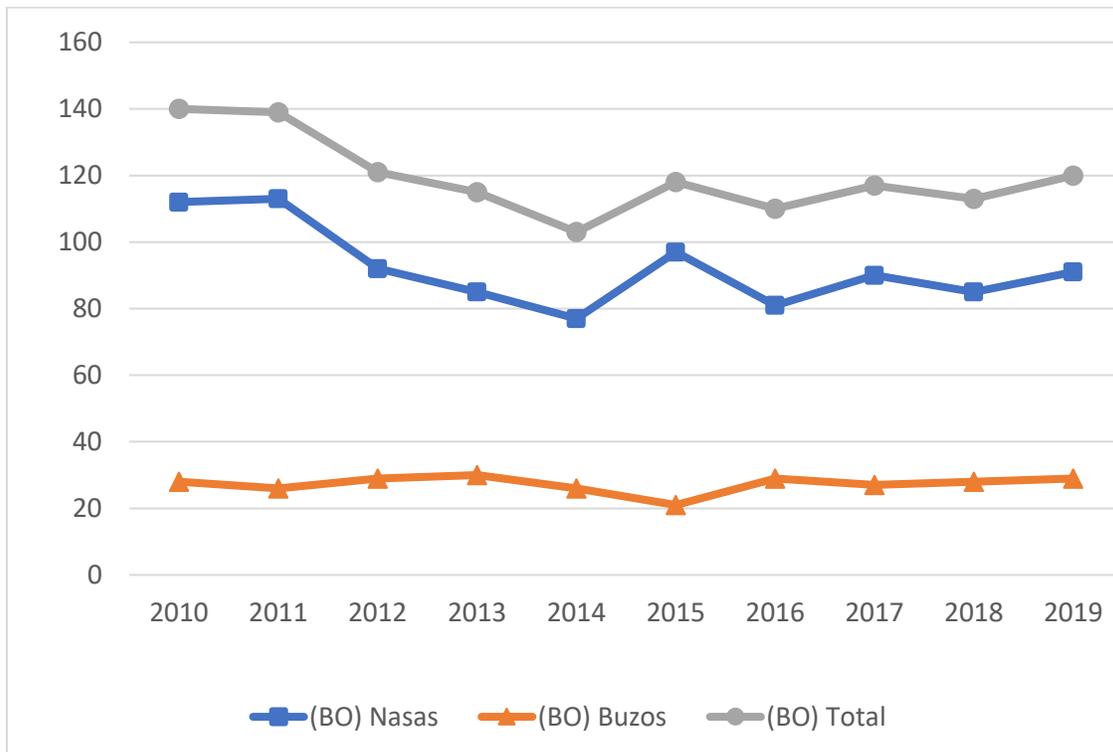
Tabla 7
Esfuerzo industrial (No. de barcos operativos) de langosta por flota en Honduras

Años	(BO) Nasas	(BO) Buzos	(BO) Total
2010	112	28	140
2011	113	26	139
2012	92	29	121
2013	85	30	115
2014	77	26	103
2015	97	21	118
2016	81	29	110
2017	90	27	117
2018	85	28	113
2019	91	29	120

(BO) Barcos operativos

Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas DIGEPESCA

Figura 11
Esfuerzo nominal en número de embarcaciones industriales. Honduras



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas DIGEPESCA

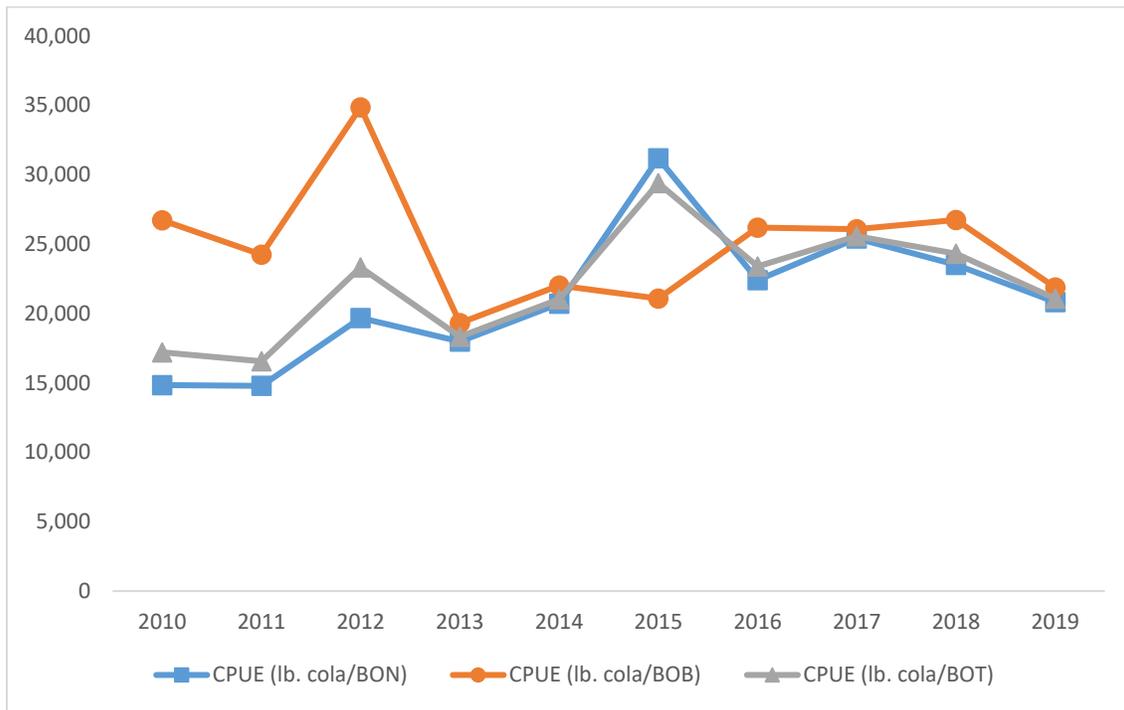
La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la langosta espinosa en Honduras (Tabla 8, Figura 12) para la flota de nasas registró un crecimiento en el periodo 2010-2015, alcanzando su mejor rendimiento en 2015 (31.1 miles lb cola/BO). A partir de este año se observa una disminución en la CPUE hasta el final del periodo analizado. En el caso de la flota de buzos el mejor rendimiento se obtuvo en 2012 (34.8 miles de lb cola/BO) y disminuye en 2013. A partir de 2013 se registra un crecimiento en la CPUE hasta 2018, no así en 2019, donde se registró una caída en la CPUE.

Tabla 8
Captura por Unidad de Esfuerzo (lb. cola/barco) en Honduras

Años	CPUE (lb. cola/BON)	CPUE (lb. cola/BOB)	CPUE (lb. cola/BOT)
2010	14,843	26,715	17,218
2011	14,789	24,257	16,560
2012	19,679	34,870	23,320
2013	17,997	19,320	18,342
2014	20,705	22,023	21,038
2015	31,196	21,093	29,398
2016	22,407	26,203	23,408
2017	25,428	26,079	25,578
2018	23,513	26,749	24,315
2019	20,837	21,880	21,093

Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas DIGEPESCA

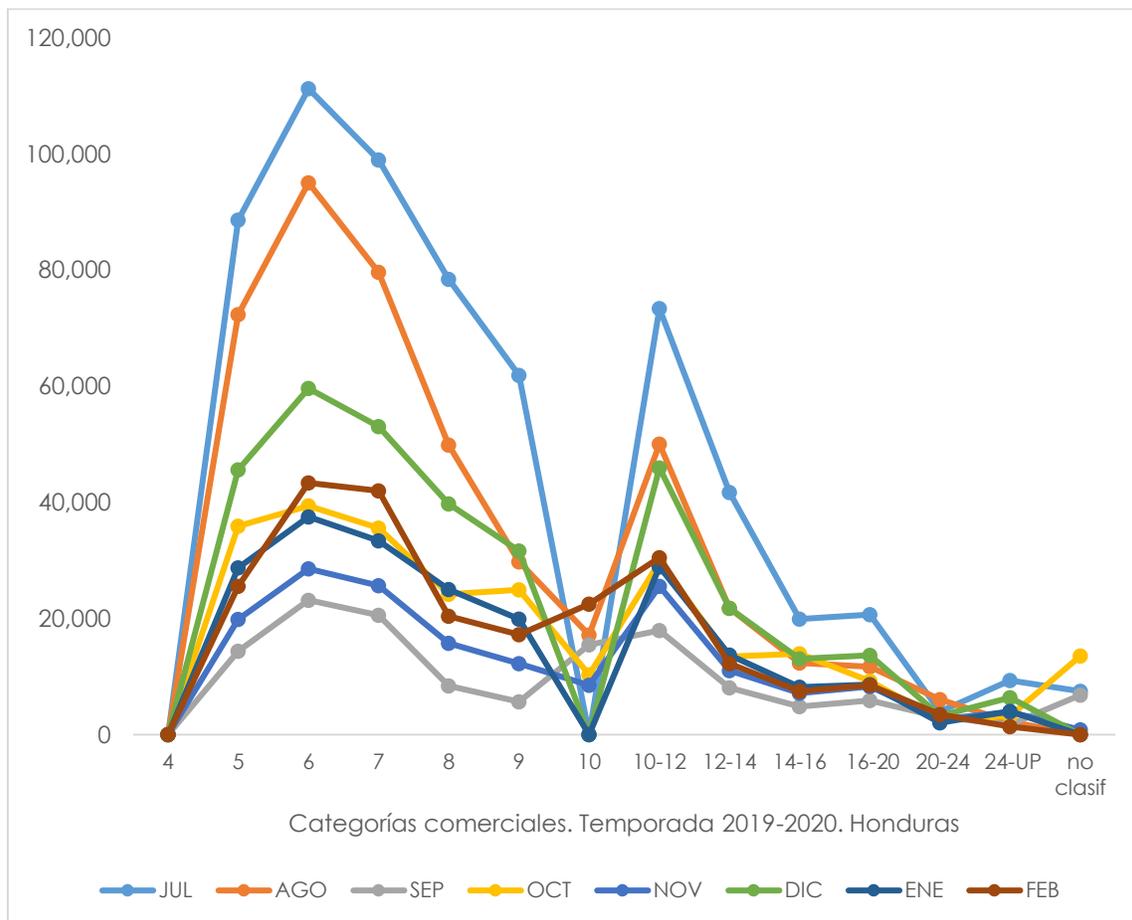
Figura 12
CPUE por flota y total en Honduras



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas DIGEPESCA

En la Figura 13 se presenta el procesamiento de langosta en lb cola por categoría comercial en Honduras, correspondiente a la temporada de pesca 2019-2020. Es importante destacar que las categorías comerciales más representativas en esta pesquería, igual que en el caso de Nicaragua, van de la categoría comercial 5 a las 9 onzas (cola), lo que indica que las tallas recién ingresadas a la pesquería son las que soportan el mayor peso de los desembarques.

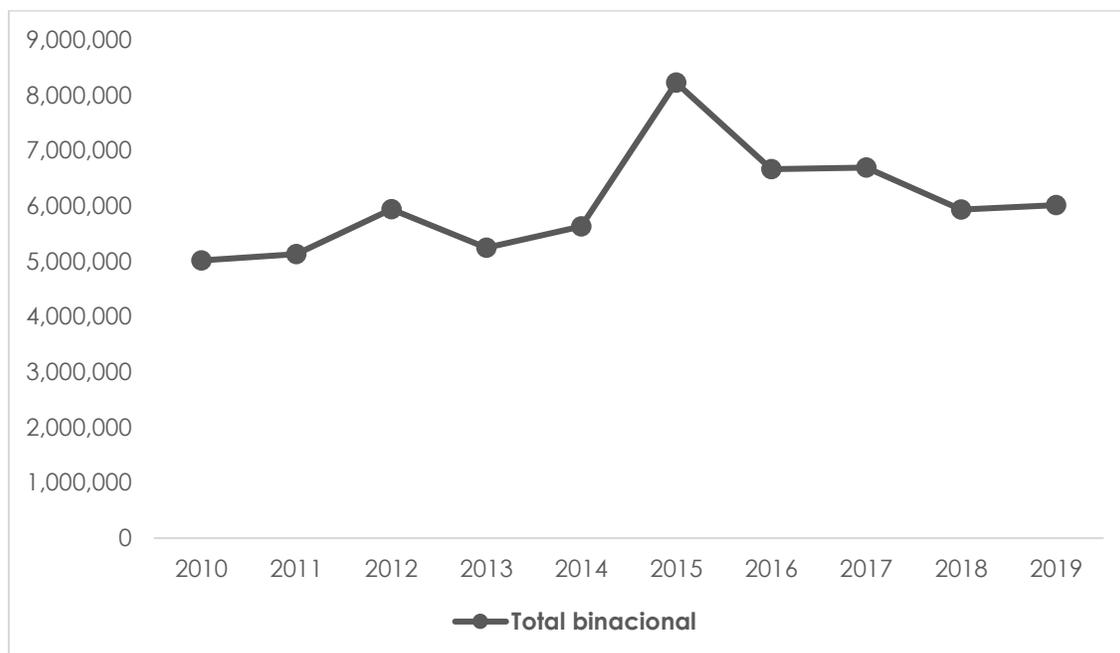
Figura 13
 Procesamiento (lb. cola/categoría comercial) en Honduras



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas DIGEPESCA y plantas procesadoras

Al consolidar los valores de desembarques para ambos países (Figura 14), se observa un crecimiento en los desembarques a nivel binacional del año 2010 al 2015. Los mayores desembarques se registraron en el año 2015 con 8.2 millones de lb cola (3,720 tm). Posterior a este año se registró un descenso en ambos países, sin embargo, en el año 2019, se observa una leve recuperación de los desembarques.

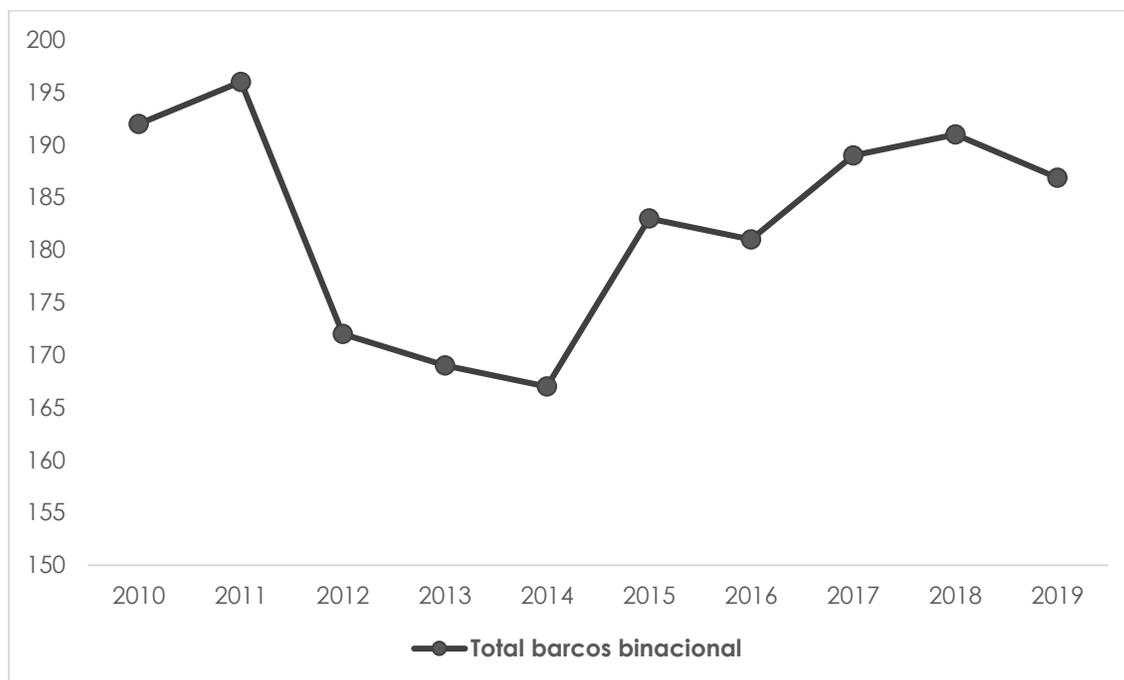
Figura 14
Desembarques (lb cola) de langosta a nivel binacional



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas INPESCA/DIGEPESCA

El esfuerzo en número de embarcaciones industriales para ambos países (Figura 15) registró el mayor número de embarcaciones en 2012, con 196 (naseros y buzos). A partir de ese año se observa un descenso en el esfuerzo pesquero hasta llegar, en 2014, a 167 embarcaciones. A partir de 2015 se registra un incremento hasta alcanzar en 2018 un total de 191 embarcaciones. En el último año, 2019, el esfuerzo disminuye a 187 embarcaciones.

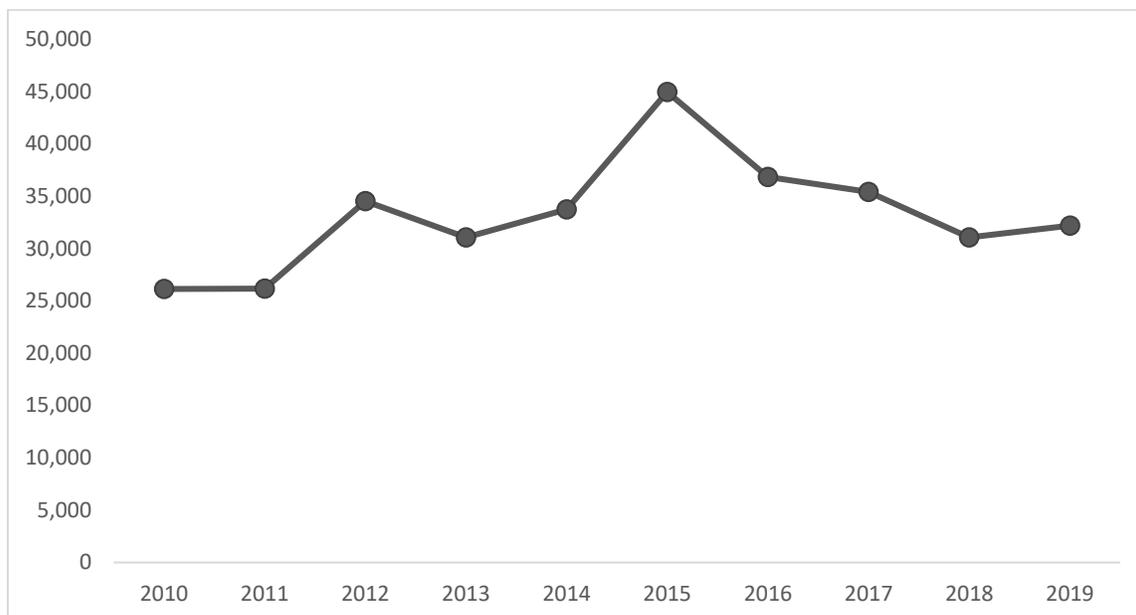
Figura 15
Esfuerzo nominal en número de embarcaciones a nivel binacional



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas INPESCA/DIGEPESCA

La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) para la langosta espinosa del Caribe a nivel binacional (Figura 16) registra un importante incremento de 2010 a 2015, año en el que se obtienen los mejores rendimientos del periodo analizado. Posterior a 2015 se observa un descenso en los rendimientos hasta 2018 y, en 2019 se registra una leve recuperación de la CPUE a nivel binacional.

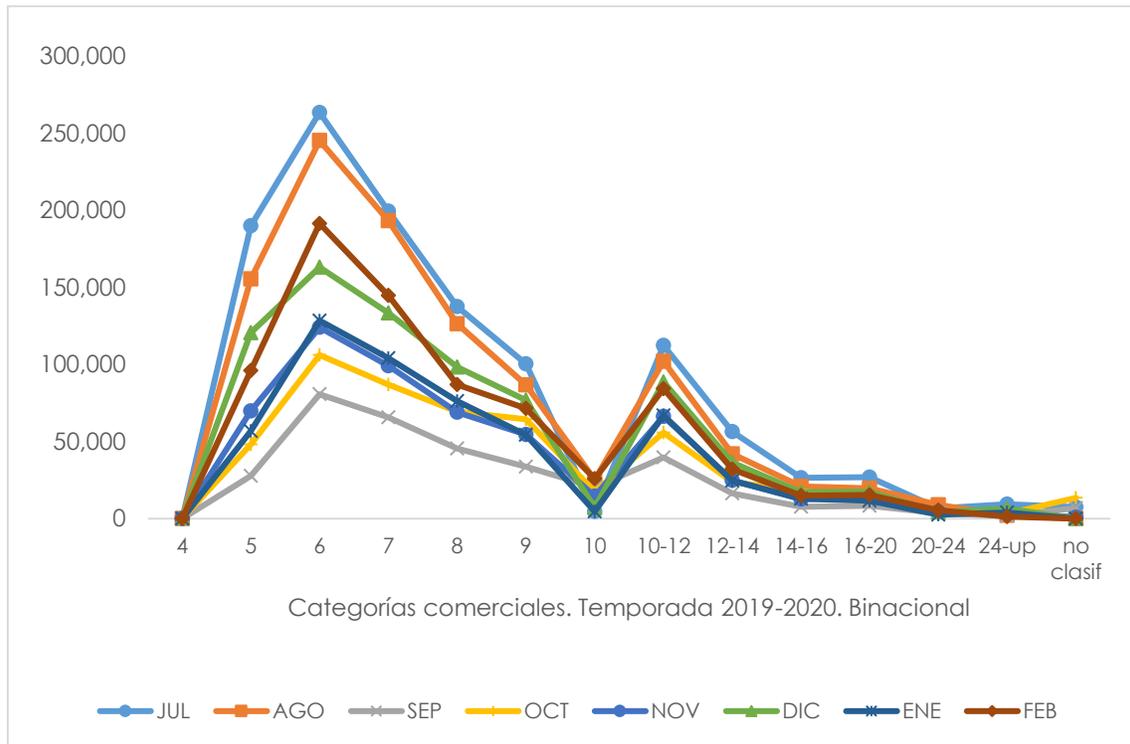
Figura 16
Captura por Unidad de Esfuerzo (BO/lb. Cola) a nivel binacional



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas INPESCA/DIGEPESCA

En la Figura 17 se presenta, como ejemplo, el consolidado de proceso por categoría comercial para ambos países la temporada de pesca 2019-2020. Esta información la generan todas las plantas procesadoras al finalizar la temporada de pesca. Este procedimiento se realizó para las 10 temporadas de pesca que se incorporaron a este análisis, 2010-2011 al 2019-2020.

Figura 17
 Procesamiento (lb. cola/categoría comercial) a nivel binacional



Fuente: Elaboración propia, con base en estadísticas INPESCA/DIGEPESCA y plantas procesadoras

Es importante destacar que las categorías comerciales más representativa en esta pesquería (binacional) van de la categoría comercial 5 a las 9 onzas (cola), lo que indica que las tallas recién ingresadas a la pesquería son las que soportan el mayor peso de los desembarques.

7.2. Resultados del modelo de evaluación MARPLESCA

La metodología de evaluación propuesta en el plan MARPLESCA, se aplicó para 10 temporadas de pesca, iniciando con la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2019-2020. Este procedimiento se realizó por país y consolidado de forma binacional.

7.2.1. Indicadores del stock para Nicaragua

La mortalidad por pesca F (tasa de explotación anual) registró un incremento sostenido desde la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2016-2017, pasando de 0.40 a 0.59 respectivamente, lo que es coherente con el aumento en el esfuerzo de pesca (No. de embarcaciones industriales) y los desembarques obtenidos en ese mismo periodo.

Durante tres temporadas consecutivas (2015-2016 a 2017-2018), el valor de mortalidad por pesca fue superior al Punto de Referencia Objetivo (PRO) estimado para esta pesquería, $F_{0.1} = 0.51$, lo que indica que el recurso estuvo sometido a una fuerte presión de pesca.

Posterior a la temporada de pesca 2017-2018, los valores de mortalidad por pesca disminuyen, ubicándose en valores de 0.47, lo que se reflejó en una disminución en los desembarques, no así en el esfuerzo pesquero industrial que continuó incrementándose hasta la temporada 2019-2020 (Tabla 9).

Tanto la biomasa promedio (lb. cola) como los valores de reclutamiento muestran una tendencia al incremento durante el periodo analizado para el caso de Nicaragua. La biomasa promedio pasó de 8,3 millones (lb cola) en la temporada 2010-2011 a 10.2 millones en la temporada 2019-2020, con valores promedios durante el periodo de 8.3 millones de lb cola.

El reclutamiento (ejemplares hasta 2.8 años), pasó de 5.1 millones de individuos en la temporada 2010-2011 a 7.2 millones en la temporada 2019-2020, con valores promedios durante el periodo analizado de 6.2 millones de individuos.

La biomasa de la población desovante tuvo un comportamiento bastante estable durante el periodo analizado, con valores promedios de 8.2 millones de individuos.

Tabla 9
Resultados de la aplicación del modelo MARPLESCA para Nicaragua

Resultados (Variables analizadas)	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	Promedio
F Nicaragua	0.40	0.39	0.49	0.43	0.47	0.54	0.59	0.53	0.45	0.47	0.48
Biomasa promedio total (lb. cola)	8,247,053	7,017,073	7,380,346	8,057,907	8,978,602	8,640,661	8,140,308	8,796,327	8,181,399	10,240,050	8,367,973
No. total de ejemplares (No. total en el mar)	13,316,700	11,529,903	12,996,656	13,827,903	15,719,567	15,747,756	15,104,981	15,543,516	13,797,227	17,103,587	14,468,780
Reclutas (No. hasta 2.8 años)	5,186,365	4,500,235	5,690,653	5,663,647	6,706,247	7,239,212	7,163,659	7,027,237	5,772,924	7,228,064	6,217,824
Biomasa desovante (ejemplares mayor de 3 años en número)	8,130,335	7,029,667	7,306,002	8,164,256	9,013,320	8,508,544	7,941,322	8,516,279	8,024,303	9,875,523	8,250,955

Fuente: Elaboración propia

7.2.2. Indicadores del stock para Honduras

La tasa de mortalidad por pesca F , es un indicador clave del grado de intensidad con la que se explota un stock. Los valores de F para Honduras obtenidos del análisis de cohorte siguen una tendencia bastante similar a los valores estimados para Nicaragua. Las mayores tasas de F correspondieron a las temporadas 2015-2016 y 2016-2017 con F 0.65 y F 0.54, respectivamente.

Estos resultados indican, tal como se observó en el caso de Nicaragua, que se está ejerciendo una elevada presión de pesca sobre el stock por parte de ambos países. Esto lleva a la conclusión de que es preciso evitar el aumento del esfuerzo de pesca, ya sea en número de barcos, número de nasas y pescadores.

Los valores de biomasa promedio generados por el modelo de evaluación muestran que el mayor valor de biomasa promedio (7.6 millones de lb cola) se obtuvo en la temporada de pesca 2012-2013. Posterior a esta temporada se observa un descenso en la biomasa hasta la temporada 2019-2020, donde se observa una leve recuperación.

Los valores de reclutamiento (ejemplares hasta 2.8 años) muestran una tendencia a la estabilidad durante las 10 temporadas de pesca analizadas, con valores promedio de 5.2 millones de individuos. La biomasa desovante observa un leve incremento pasando de 6.9 millones de individuos en la temporada 2010-2011 a 7.4 millones de individuos en la temporada 2019-2020, con valores promedios de 7.0 millones de individuos (Tabla 10).

Tabla 10
Resultados de la aplicación del modelo MARPLESCA para Honduras

Resultados (Variables analizadas)	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	Promedio
F Honduras	0.43	0.38	0.43	0.38	0.38	0.65	0.54	0.53	0.54	0.44	0.47
Biomasa promedio total (lb. cola)	6,570,606	7,489,586	7,674,077	6,867,161	7,054,495	5,670,016	6,467,416	5,839,651	6,583,748	7,375,943	6,759,270
No. Total (No. total en el mar)	11,781,296	12,718,411	13,770,066	11,659,504	11,977,571	12,721,682	12,166,175	11,826,266	12,017,319	12,520,752	12,315,904
Reclutas (No. hasta 2.8 años)	4,796,844	4,859,205	5,611,174	4,453,719	4,575,215	6,656,150	5,590,125	5,424,030	5,440,763	5,073,825	5,248,105
Biomasa (Ejemplares mayor de 3 años en número)	6,984,452	7,859,205	8,158,892	7,205,784	7,402,356	6,065,533	6,576,050	6,402,235	6,576,556	7,446,927	7,067,799

Fuente: Elaboración propia

7.2.3. Indicadores del stock binacional

A nivel binacional se observó un incremento sostenido de la tasa de mortalidad por pesca F, desde la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2016-2017, con una leve disminución en las temporadas 2017-2018 y 2019-2020.

Tabla 11
Resultados de la aplicación del modelo MARPLESCA a nivel binacional

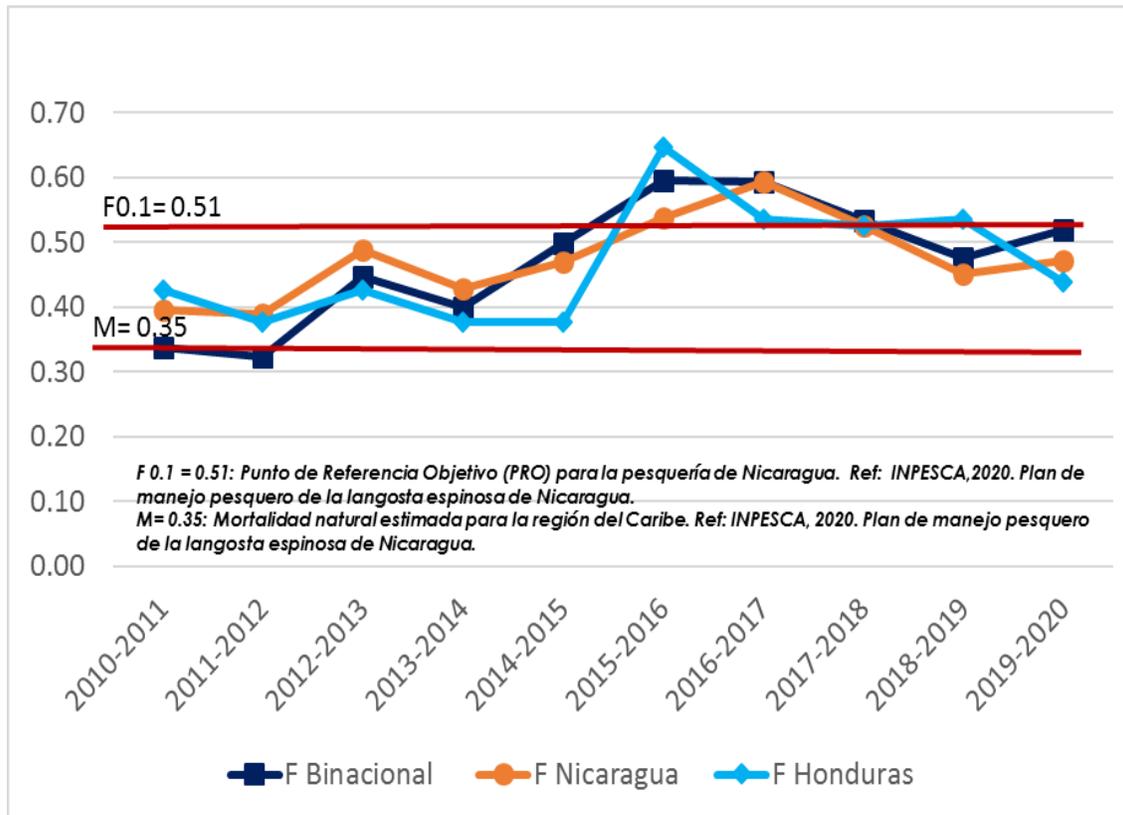
Resultados (Variables analizadas)	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	Promedio
F Binacional	0.34	0.32	0.45	0.40	0.50	0.60	0.59	0.53	0.48	0.52	0.47
Biomasa promedio total (lb. cola)	19,287,463	18,189,359	15,501,799	15,174,874	12,805,380	14,008,858	13,594,997	16,077,397	18,951,374	16,716,644	16,030,814
No. total de ejemplares (No. total en el mar)	30,498,473	28,697,774	27,307,436	25,790,024	23,797,647	28,105,173	26,048,055	29,047,252	32,519,547	29,819,581	28,163,096
Reclutas (No. hasta 2.8 años)	11,007,702	10,203,536	11,404,108	10,173,682	10,541,350	13,825,899	12,521,713	13,090,762	13,749,573	13,237,299	11,975,562
Biomasa desovante (ejemplares mayor de 3 años en número)	19,490,771	18,494,238	15,903,329	15,616,342	13,256,297	14,279,273	13,526,341	15,956,490	18,769,974	16,582,282	16,187,534

Fuente: Elaboración propia

Los mayores valores de mortalidad por pesca se observaron en las temporadas 2015-2016 y 2016-2017 con F 0.60 y F 0.59, respectivamente (Tabla 11, Figura 18).

Con respecto a la tendencia de los valores de mortalidad por pesca F, si se considera el (PRO) estimado para Nicaragua en $F_{0.1} = 0.51$ como un valor de referencia para ambos países, se observa que en las temporadas 2015-2016 a la 2017-2018, la tasa de mortalidad fue mayor al punto de referencia objetivo con F 0.60 y 0.59, respectivamente. Sin embargo, en las dos temporadas de pesca siguientes la tasa de mortalidad por pesca disminuye, ubicándose levemente por debajo del PRO estimado para Nicaragua (Figura 18).

Figura 18
Mortalidad por pesca (F) para Nicaragua, Honduras y a nivel binacional



Fuente: Elaboración propia

Los valores de biomasa promedio (lb. cola) disminuyeron durante el periodo analizado, pasando de 19.2 millones de lb cola a 16.7 en la temporada 2019-2020. El valor promedio de biomasa durante las 10 temporadas de pesca fue de 16.0 millones de lb cola (Figura 19).

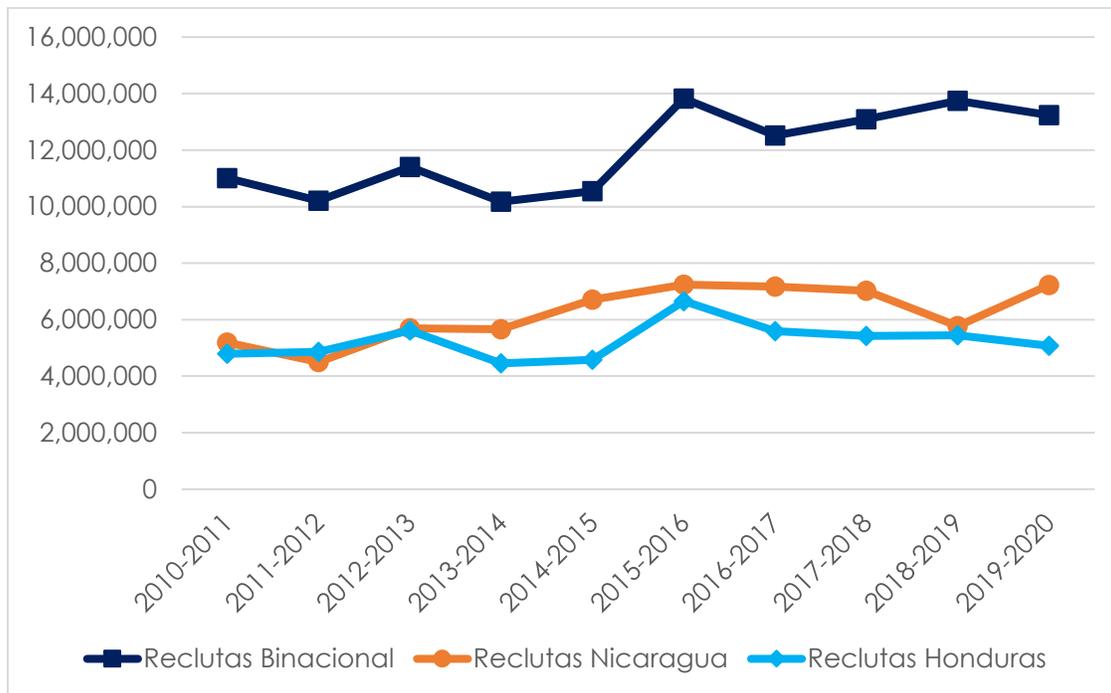
Figura 19
 Biomasa promedio (lb cola) por país y binacional



Fuente: Elaboración propia

El reclutamiento a nivel binacional mostró un leve incremento pasando de 11.0 a 13.2 millones de individuos, con valores promedio durante el periodo analizado de 11.9 millones de individuos (Figura 20).

Figura 20
Reclutamiento (No. de individuos) por país y binacional



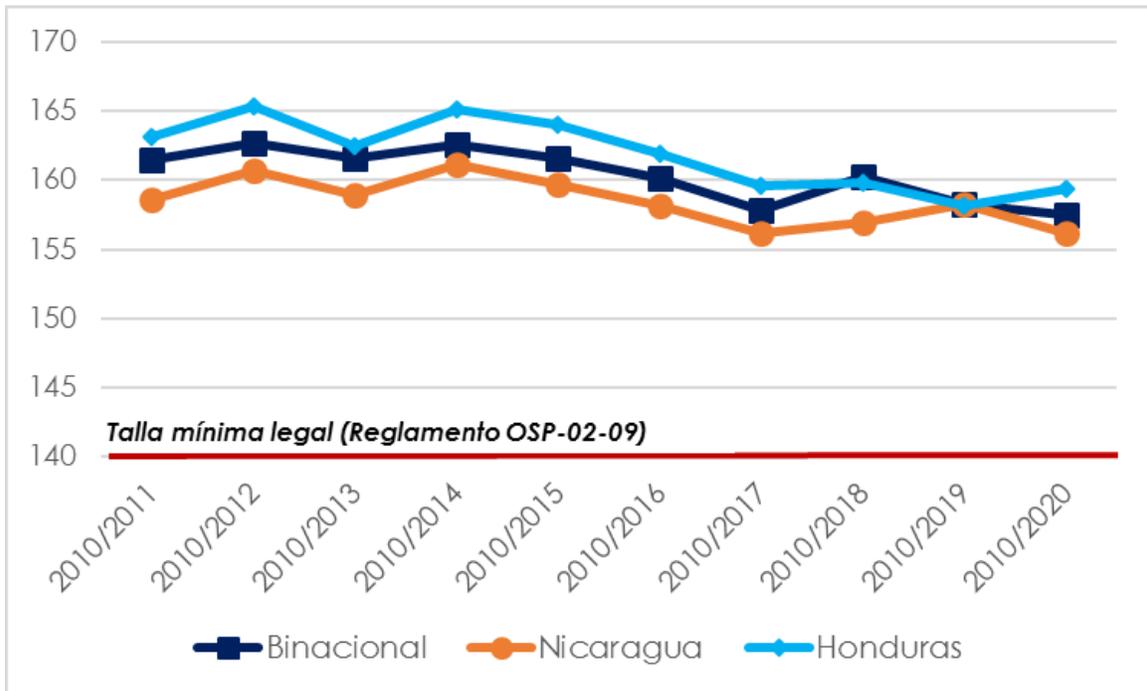
Fuente: Elaboración propia

7.2.4. Tendencia de la talla promedio (Lcola) por país y binacional

La talla promedio (Lcola) se obtuvo de manera mensual y por temporada de pesca para el periodo analizado 2010-2020, por país y binacional (Figura 21). La tendencia observada en todos los casos es a la disminución, siendo el caso de Nicaragua, donde se registraron las menores tallas a lo largo de las 10 temporadas de pesca.

La disminución de la talla por país y binacional ronda los 5 mm de longitud cola en este periodo, aspecto que debe ser considerado por las administraciones pesqueras nacionales. Este resultado tiene una implicación directa sobre los resultados presentados en las figuras 11, 15 y 19, donde se observa que las capturas están incidiendo directamente en las categorías menores, a partir de 4, 5, 6, 7, 8 y 9 onzas. Por otra parte, se observa una disminución en la captura de categorías de mayor peso 12-14 a 24 onzas, lo que indica que la mayor presión de pesca se ejerce sobre la población joven o recién ingresada a la pesquería.

Figura 21
Tendencia de la talla promedio (Lcola mm) por país y binacional



Fuente: Elaboración propia

VIII. CONCLUSIONES

- Un paso clave e indispensable para garantizar el desarrollo de esta evaluación binacional fue la construcción de una base de datos por país, y binacional, que incluyera desembarques y esfuerzo pesquero, así como la información de langosta procesada por categoría comercial que generan las plantas procesadoras, base de datos que sirve de entrada al modelo de evaluación MARPLESCA. La contribución de las instituciones competentes de la pesca a nivel binacional, las plantas de proceso en ambos países e instituciones como FAO, NOAA, OSPESCA e investigadores independientes fue esencial para la construcción de la base de datos binacional de la pesquería para un periodo de diez temporadas de pesca (2010-2020).
- Los resultados obtenidos en este estudio de evaluación de stock indican que la pesquería de langosta en ambos países se encuentra al límite de su máximo rendimiento sostenible, es decir un aumento en el esfuerzo de pesca significa una disminución en los rendimientos, razón por la que las administraciones de pesca en ambos países deben procurar mantener el esfuerzo en el número de embarcaciones actual, establecer medidas para el control efectivo del número de nasas, así como un registro efectivo, control y ordenamiento de la pesca artesanal.
- Los desembarques de langosta en cada país y consolidados de forma binacional, muestran un incremento en langosta desembarcada a partir del año 2010 hasta alcanzar un máximo importante en el año 2015, con volúmenes que fluctúan en el período 2010-2020 entre 2 y 4 millones de libras cola (1000 a 2000 tm) para Nicaragua y de 2 a 3 millones de libras cola (1000 a 1500 tm) para Honduras. A partir del 2015, se observa una disminución en los desembarques. Estos resultados guardan una estrecha relación con los valores de CPUE, los que registraron un incremento sostenido en el periodo 2010-2015. A partir de ese año la tendencia ha sido a la disminución, con una leve estabilización en 2019.
- La tendencia de la longitud cola (mm) para ambos países es de disminución. Durante las últimas 10 temporadas de pesca la disminución se aproxima a los 5 mm, pasando en promedio de 162 mm a 157 mm (Longitud cola). Esta tendencia podría considerarse una señal de riesgo, ya que indica que la intensidad de pesca recae sobre las tallas y edades recién ingresadas a la pesquería, a la vez que disminuyen las tallas y edades mayores.
- El stock de langosta de Nicaragua y Honduras presenta un nivel de explotación con mortalidades por pesca F al límite, que, si bien ubican al stock a nivel de plenamente explotado, presiona la sostenibilidad de los rendimientos. Este resultado corrobora los análisis previamente realizados en pesquerías de langosta del Caribe.
- Aunque no se ha detectado la existencia de alguna señal ambiental desfavorable para el éxito de los reclutamientos en los últimos años, esto no

debe evitar adoptar acciones de ordenación tendientes a moderar el esfuerzo de pesca (ver recomendaciones) para reducir el estrés antropogénico en que se encuentra el recurso.

IX. RECOMENDACIONES

- Considerando que la pesquería se encuentra al límite de su máximo rendimiento sostenible, se recomienda evitar el aumento del esfuerzo de pesca, ya sea en número de barcos, número de nasas y pescadores. Se considera de suma necesidad establecer estrategias para disminuir el esfuerzo de pesca en consenso con el sector pesquero.
- Es prioridad el registro y seguimiento del esfuerzo pesquero artesanal (Número de pescadores y embarcaciones por modalidad de pesca).
- Establecer un riguroso registro y control del número y tamaño de las nasas. El número de nasas constituye una medida de esfuerzo en esta pesquería. El aumento descontrolado en el número de nasas, sin regulación y sin registro estricto podría llevar a una drástica disminución de la Captura por Unidad de Esfuerzo CPUE, lo que también podría conducir a un proceso de sobreexplotación del recurso.
- Debe aplicarse de forma estricta el Reglamento Regional OSP-02-09 y sus adendas sobre manejo de la pesquería de langosta espinosa del Caribe.
- Es de urgente necesidad el mejorar y armonizar la recopilación de datos y las evaluaciones de la población de langosta espinosa en los ámbitos local y regional,
- Desarrollar evaluaciones anuales de la pesquería que incluyan recomendaciones a las autoridades pesqueras sobre medidas oportunas de manejo que garanticen la sostenibilidad del recurso, estas recomendaciones deben presentarse al inicio de cada temporada de pesca.
- Se recomienda incentivar la captura, procesamiento y exportación de langosta viva, que permita un uso integral del recurso. Esta modalidad de pesca (langosta entera) permite a su vez, disminuir la captura de langosta en proceso de reproducción y/o fuera de talla y obtener mejores precios de exportación en beneficio de pescadores y exportadores.
- Reforzar el sistema de monitoreo y observación de la pesquería, incrementando el muestreo a bordo y en las plantas de procesamiento, para tener una muestra más representativa de la estructura de tallas de las capturas, mejorar la estimación de la fracción de ejemplares capturados por debajo de la talla/peso mínimo y, en general, reducir la incertidumbre que se origina por el proceso de transformación de categorías comerciales en frecuencias de tamaños.
- Considerar la obtención de series de tiempo largas de datos ambientales, en aguas de la costa Caribe binacional (pluviosidad, temperatura superficial, velocidad de los vientos y corrientes), para detectar posibles señales ambientales adversas al éxito del reclutamiento.

- Adoptar medidas para cerrar el acceso a más embarcaciones de pesca y considerar acciones orientadas a la reducción progresiva del esfuerzo de pesca. Ello puede lograrse mediante algunos mecanismos simples de ordenación pesquera, como la ampliación del período de veda, la limitación del número de viajes por embarcación o la reducción efectiva del número de nasas por embarcación, la alternancia de áreas de pesca, incentivos a los pescadores para reducir el número de nasas en el mar durante el periodo de veda, etc. Ello debería materializarse de manera adaptativa, i.e. adoptar cierta medida por un tiempo, evaluar su efecto y mantenerla, profundizarla, mejorarla o cambiarla.
- Informar los resultados de esta evaluación a los distintos actores de la pesquería con el fin de lograr una mayor conciencia del estado del recurso y una participación efectiva en el cumplimiento de las medidas de ordenación existentes.

X. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BARNUTTY, R. 2001. Evaluación del estado actual de explotación del recurso langosta del mar Caribe de Nicaragua y cálculo de la cuota biológicamente aceptable para el período biológico junio 2001 – Mayo, 2002. CIPA.

BARNUTTY R. 2015 Cálculo de la Cuota Biológicamente Aceptable (CBA) de la langosta *Panulirus argus* del Caribe nicaragüense para el año biológico (julio 2015 – febrero 2016).

CLME, OSPESCA, CRFM, COPACO. 2019. Enfoque ecosistémico para la pesca de la langosta espinosa (*Panulirus argus*).

CRUZ, R., 2002., Manual de Métodos de Muestreo para la Evaluación de las Poblaciones de Langosta espinosa, FAO Documento Técnico de Pesca N° 399.

EHRHARDT, N., 1994. The lobster fisheries of the Caribbean Coast of Central America., En: Phillips *et al* (1994) Eds. SPINY LOBSTER MANAGEMENT/edited by B.F. Phillips, J.S. Coob, J Kittaka., Fishing News Books., 133-143 pp.

EHRHARDT, N., and Legault, C. 1996. Crustacean stock assessment techniques incorporating uncertainty. Pages 111-131. In: Report of the WECAFC Ad Hoc Shrimp and Groundfish Working Group of the Guianas-Brazil Continental Shelf and CFRAMP Shrimp and Groundfish Subproject Specification Workshop. Port of Spain, Trinidad and Tobago. 8-12 January 1996. FAO Fisheries Report No. 544. Supplement.

FAO. 2018. Informe de la segunda reunión del Grupo de Trabajo de OSPESCA/COPACO/CRFM/CFMC sobre la Langosta Espinosa del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana, 21-23 de marzo 2018. FAO Fisheries and Aquaculture Report/Informe de Pesca y Acuicultura. Barbados. 39 pp.

GUTIERREZ, R. BARNUTTY, R. 2020. Cálculo de la cuota biológicamente aceptable (CBA) de la langosta *Panulirus argus* del Caribe nicaragüense para el año biológico, julio 2019 – febrero 2020. DIP/INPESCA. Informe Técnico.

GUTIERREZ, R. COREA, J. 2019. Relaciones morfométricas de la langosta espinosa *Panulirus argus* del Caribe de Nicaragua.

GUTIERREZ, R. BARNUTTY, R. 2018. Guía de procedimientos para la evaluación de la langosta espinosa del Caribe *Panulirus argus*.

GUTIERREZ, R. 2016. Propuesta de plan permanente para el control y la estimación de la captura ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR) de la Langosta Espinosa del Caribe de Nicaragua. INPESCA/WWF. Informe Técnico.

INPESCA, 2015. Compendio de normativas pesqueras y acuícolas nicaragüenses.

INPESCA/WWF. 2016. Compendio de reportes: Documentación de acciones y procedimientos relacionados con el manejo de la langosta espinosa del Caribe de Nicaragua. 130 pp.

INPESCA 2017. Censo Nacional de Pesca y Acuicultura. Instituto Nicaragüense de Pesca y Acuicultura.

INPESCA, 2019. Anuarios de Pesca y Acuicultura. Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA).

INPESCA/WWF. 2020. Plan de manejo pesquero (PMP) para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) del Caribe nicaragüense.

MARTINEZ, S. 2007. Informe temático sobre los recursos marinos vivos transfronterizos de la Sub-Región Centro/Sur América. CLME-TT/5 Prov. Barbados, February 2007. 56 p.

OSPESCA-ECOLANGOSTA+. 2018. Plan regional de manejo de la pesquería de la langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*) MARPLESCA. 74 pp.

PÉREZ, M. 1998. Adaptación de un modelo de conversión de tallas industriales a largos biológicos para los datos de las pesquerías de langosta y camarón de Nicaragua, CIPA, octubre de 1998.

SOSA-CORDERO, E. 2011. Evaluación del recurso langosta *Panulirus argus* en la plataforma de Honduras y Nicaragua, a partir de datos del programa de observadores colectados en dos temporadas 2007-2008; 2009-2010.

SOSA-CORDERO, E. 2015. Análisis del estado actual del recurso langosta (*Panulirus argus*) en Honduras.

SPARRE Y VENEMA, 1997. Introducción a la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. FAO. Documento Técnico de Pesca. 306/2 Rev. 2.

WWF. 2018. Plan de Acción del Proyecto de Mejoramiento Pesquero (FIP) de la Pesquería de Langosta Espinosa (*Panulirus argus*) del Caribe de Nicaragua con la modalidad de pesca con nasas.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Metadata

EVALUACION BINACIONAL (HONDURAS-NICARAGUA) DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA ESPINOSA DEL CARIBE <i>Panulirus argus</i>																
METADATA: HONDURAS-NICARAGUA DE LA PESQUERIA DE LANGOSTA ESPINOSA DEL CARIBE: DESEMBARQUES (LBS), ESFUERZO (No. DE BARCOS), PROCESAMIENTO POR CATEGORIA COMERCIAL (LB) Y EXPORTACIONES (LB) POR PAIS DE DESTINO																
PAIS: HONDURAS																
Fuentes de Información	Descripción de la fuente	Ubicación de contacto	Fecha	2020-2019	2019-2018	2018-2017	2017-2016	2016-2015	2015-2014	2014-2013	2013-2012	2012-2011	2011-2010	Tipo de información	Observaciones	
				Base de datos de exportaciones (lb. - US \$) de langosta espinosa del Caribe de Honduras, por país de destino												
SAG-SENASA	Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria SENASA	Tegucigalpa, Honduras. www.SENASA.gob.hn	sep-20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Información oficial de las exportaciones volumen y precio (en lb y \$ US) de langosta espinosa de Honduras a diferentes mercados	Información facilitada por SENASA	
SAG-DIGEPESCA	Dirección General de Pesca y Acuicultura DIGEPESCA	Tegucigalpa, Honduras. digepesca.sag.gob.hn	mar-20	Base de datos de desembarques (lb) y esfuerzo (No. de barcos) langosta del Caribe de Honduras											Información oficial de desembarques (lb.) y esfuerzo (No. de barcos) de la pesquería de langosta espinosa del Caribe de Honduras	Información facilitada por la DIGEPESCA, Oficina de Estadística
				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Caribeña	Planta de acopio y procesamiento de langosta	Roatán (Islas de la Bahía), CARIBEÑA; caribenamarcasa@yahoo.com	oct-20	Base de datos de procesamiento de langosta espinosa del Caribe de Honduras por categoría comercial											Información de proceso de langosta espinosa por categoría	Información facilitada por la planta de proceso CARIBEÑA

														comercial (onz) en peso (lb-cola)		
				X	X	X										
Comexprom	Planta de acopio y procesamiento de langosta	La Ceiba, COMEXPRO: comexprom.honduras@gmail.com	oct-20	X	X	X	X	X	X	X	X				Información de proceso de langosta espinosa por categoría comercial (onz) en peso (lb-cola)	Información facilitada por la planta de proceso COMEXPRO M
Pescatlán	Planta de acopio y procesamiento de langosta	La Ceiba, PESCATLAN: enrico.pesagro@gmail.com	oct-20	X	X	X									Información de proceso de langosta espinosa por categoría comercial (onz) en peso (lb-cola)	Información facilitada por la planta de proceso PESCATLAN
NMFS-NOAA	National Marine Fisheries Service (On line)	Washington D.C. USA. NMFS-NOAA	sep-20	Base de datos de importaciones (lb) de langosta espinosa de Honduras por categoría comercial a USA										Importaciones de langosta espinosa de Honduras a Estados Unidos (USA) clasificada en categorías comerciales en peso (onz)	Información obtenida de la página web NMFS-NOAA	
					X	X	X	X	X	X	X	X	X			
MSc. Manuel Pérez Moreno	Coordinador Técnico: Sub-Proyecto Ecolangosta+	Managua, Nicaragua. Email: maper59@gmail.com	oct-20	Base de datos de desembarques (lb) y esfuerzo (No. de barcos), langosta del Caribe de Honduras										Desembarques (lb.) y esfuerzo (No. de barcos) pesquería de langosta espinosa del Caribe de Honduras. Período 1996-2017.	Datos ajustados de acuerdo a la producción de una planta procesadora y las importaciones de USA, procedentes de Honduras. El esfuerzo	

												espinosa del Caribe de Nicaragua	Pesqueros 2010-2018.	
				x	x	x	x	x	x	x	x	x		
INPESCA	Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura	Managua, Nicaragua. www.inpesca.gob.ni	oct-20	Base de datos de exportaciones (lb) de langosta espinosa del Caribe de Nicaragua a diferentes mercados								Información oficial de exportaciones (lb) de langosta espinosa del Caribe de Nicaragua	INPESCA. Oficina de estadística, oct 2020. Anuarios Pesqueros 2010-2018.	
				x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Anexo 2. Metodología para la aplicación del modelo de conversión de lb cola procesadas por categorías comerciales a número de individuos por talla.

El procesamiento de los datos se realiza en una hoja de cálculo EXCEL de Microsoft (aunque puede utilizarse cualquier otra hoja de cálculo). El método consta de 4 partes, los cuales se detallan más abajo.

Parte I. Datos de entrada de desembarques y cálculo de límites inferiores y superiores por categoría comercial mediante el uso de las relaciones morfométricas.

Los datos requeridos son los desembarques (por mes, año o por planta pesquera) y las relaciones morfométricas correspondientes. En este ejemplo se utilizó la relación morfométrica peso cola-largo cola.

Las columnas “B” y “C” muestran la talla industrial adaptada de acuerdo con cómo se reporta por las plantas pesqueras. La categoría comercial **CL13** se reporta como **24+ o 24 up**, para efectos del modelo se asumió como límite superior las 35 onzas. Las columnas “D” y “E” muestran los límites inferior y superior de talla cola en mm correspondiente a cada categoría en peso y que se calcula a partir de las relaciones morfométricas. La columna “I” muestra los desembarques como se reportan originalmente, en la columna “J” se distribuye la captura porcentualmente, mientras que en la columna “K” se distribuye la captura de langosta no clasificada o a granel, la que se anota en la celda “I21”. Las columnas “G” y “H” muestran los datos de desembarques ya redistribuidos en peso cola y peso entero respectivamente (para pasar de peso cola a peso entero se multiplicó por 3).

Parte I. Modelo de conversión de categorías comerciales a largos biológicos

	Parte I: Datos de entrada						Peso cola a Peso entero	3			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
4	Categoría	Talla industrial		Talla biológica L cola (mm)			Peso cola	Peso entero	Datos originales	%	Lbs.
5		Cola (onz)		Lim inf	Lim sup	Mediana	(lb)	(lb)	Entrada		
6	CL1	4	5	127.46	137.09	132.28	0	0	0	0.0	0
7	CL2	5	6	137.09	145.49	141.29	27,987	89,560	27,954	6.7	33.4
8	CL3	6	7	145.49	153.00	149.25	101,380	324,416	101,259	24.2	121.0
9	CL4	7	8	153.00	159.81	156.41	80,481	257,539	80,385	19.2	96.0
10	CL5	8	9	159.81	166.07	162.94	50,144	160,460	50,084	12.0	59.8

1 1	CL6	9	10	166.0 7	171.88	168.9 8	47,354	151,531	47,297	11.3	56.5
1 2	CL7	10	11	171.8 8	177.31	174.6 0	4,039	12,924	4,034	1.0	4.8
1 3	CL8	11	12	177.3 1	182.42	179.8 6	46,461	148,677	46,406	11.1	55.4
1 4	CL9	12	14	182.4 2	191.83	187.1 2	29,189	93,404	29,154	7.0	34.8
1 5	CL10	14	16	191.8 3	200.37	196.1 0	14,168	45,337	14,151	3.4	16.9
1 6	CL11	16	20	200.3 7	215.50	207.9 4	12,187	38,997	12,172	2.9	14.5
1 7	CL12	20	24	215.5 0	228.71	222.1 1	4,667	14,933	4,661	1.1	5.6
1 8	CL13	24	35	228.7 1	258.67	243.6 9	986	3,156	985	0.2	1.2
1 9	TOTAL						419,042	1,340,934			
2 0									418,542	100	500
2 1								No clasificada	500		

Parte II. Generación de números aleatorios y estimación de las proporciones por tallas en cada categoría comercial.

En esta parte se generan 100 números aleatorios (columna "A") en cada categoría comercial asumiendo una distribución uniforme y cuyos valores deben estar comprendidos en el rango de tallas de cada categoría comercial (Se realiza en el menú de herramientas y análisis de datos en Excel). La columna "B" muestra los datos de tallas (números aleatorios) en cifras redondeadas. En la columna "C" aparecen las tallas de acuerdo con el intervalo utilizado y en la columna "D" se muestra la frecuencia en número de cada talla. De esta frecuencia se calculan las proporciones (columna "E"). El proceso se repite para cada categoría comercial.

Parte II. Generación de números aleatorios y proporciones por tallas

	A	B	C	D	E
	127.13	127.00			
	137.00	137.00			
	CL1	Redondear	L cola	N	Proporción
1	127.14	127	127	7	0.07
2	135.94	136	128	6	0.06
3	135.85	136	129	11	0.11
4	130.37	130	130	6	0.06
5	129.47	129	131	8	0.08
6	132.79	133	132	11	0.11
7	130.18	130	133	8	0.08
8	133.40	133	134	9	0.09
9	130.13	130	135	10	0.1
10	128.06	128	136	17	0.17
11	133.05	133	137	7	0.07
12	127.28	127	138	0	0
13	135.39	135			
14	128.38	128		100	1.00

Parte III. Cálculo del número de langostas por talla

Conocidas las proporciones de cada talla, se multiplica el desembarque en peso de cada categoría comercial (celdas "D2", "F2", y "H2" de la tabla 6) por la proporción correspondiente (columnas "D", "F" y "G") La columna "B" es el resultado total final calculado al sumar el peso de cada categoría (suma de las columnas "C", "E" y "G").

Parte III. Cálculo del número de langostas en peso por talla

	A	B	C	D	E	F	G	H
	min			127		137		145
1	max			137		145		153
2		TOTAL		0		27,958		101,273
3	Lcola	Lb	Lb	CL1	Lb	CL2	Lb	CL3
4	127	0	0	0.07				
5	128	0	0	0.06				
6	129	0	0	0.11				
7	130	0	0	0.06				
8	131	0	0	0.08				
9	132	0	0	0.11				
10	133	0	0	0.08				
11	134	0	0	0.09				
12	135	0	0	0.1				
13	136	0	0	0.17				
14	137	1677	0	0.07	1677	0.06		
15	138	3914			3914	0.14		
16	139	2237			2237	0.08		
17	140	4194			4194	0.15		
18	141	2796			2796	0.1		
19	142	3914			3914	0.14		
20	143	3075			3075	0.11		
21	144	3635			3635	0.13		
22	145	3529			2516	0.09	1013	0.01
23	146	11140					11140	0.11

Parte IV. Distribución de frecuencias en número por fallas y resumen de los principales resultados.

Una vez distribuida toda la captura en peso en cada talla (columna "C"), se puede calcular la captura en número (columna "D"). Las columnas "E" y "F" son la base para estimar la talla media total y la desviación estándar, se generan dos tablas una de datos no agrupados y otra de datos agrupados, utilizaremos la segunda.

Datos agrupados.

Consiste en agrupar los datos en intervalos de talla escogidos a la preferencia del usuario. Se muestra un ejemplo con datos agrupados a intervalos de 5 mm de largo cola, mientras que en la tabla 7a se muestra el resumen de los resultados.

Parte IV. Composición por tallas agrupadas en intervalos de 5 mm.

1	L cola medio (Lc)	W cola (Lb)	Captura (lb/cola)	Captura en número (N)	Lc * N	N*(Lc-Lc(media)) ²
2	127	0.25	0	0	0	0
3	132	0.28	0	0	0	0
4	137	0.31	7,827	25,095	3,438,068	12,822,462
5	142	0.35	17,611	50,590	7,183,773	15,678,190
6	147	0.39	57,195	147,768	21,721,895	23,475,220
7	152	0.43	64,264	149,852	22,777,577	8,665,007
8	157	0.47	57,073	120,518	18,921,380	817,327
9	162	0.52	44,693	85,729	13,888,111	492,080
10	167	0.57	39,397	68,848	11,497,612	3,765,855
11	172	0.63	20,855	33,295	5,726,682	5,115,935
12	177	0.68	23,444	34,282	6,067,857	10,374,132
13	182	0.74	35,846	48,127	8,759,159	24,139,313
14	187	0.81	11,079	13,689	2,559,770	10,273,723
15	192	0.88	11,817	13,467	2,585,587	14,133,047
16	197	0.95	8,632	9,092	1,791,116	12,714,629
17	202	1.03	4,520	4,409	890,646	7,925,010
18	207	1.11	4,138	3,745	775,240	8,412,902
19	212	1.19	3,895	3,276	694,552	8,994,186
20	217	1.28	2,100	1,645	356,870	5,417,643
21	222	1.37	1,398	1,021	226,688	3,975,455
22	227	1.47	1,791	1,222	277,283	5,548,337
23	232	1.57	138	88	20,414	461,165
24	237	1.67	197	118	27,906	705,319
25	242	1.78	158	88	21,383	599,877
26	247	1.90	177	93	23,061	713,125
27	252	2.02	207	102	25,814	874,502
28	257	2.14	89	41	10,623	392,111

**Ejemplo de composición por talla agrupadas
en intervalos de tallas cada 5 mm**

N	816,201	
Lc (medio)	159.60	
S (desviación estándar)	15.12	
Intervalo de confianza	0.033	
W cola (medio) Lb	0.50	
Lt (medio) mm	281	
Captura (lb)	41,8542	
Sublegal	< 135 (mm)	%
Peso (lb cola)	0	0.00
Número	0	0.00

Anexo 3. Metodología para la aplicación del análisis de cohortes basado en tallas (Jones.1984, modificado por Ehrhardt y Legault, 1996).

El modelo de análisis de cohorte basado en tallas de Jones fue elaborado utilizando el programa Excel y consiste en un método retrospectivo, que al utilizar datos históricos de la pesquería analiza el efecto que ha tenido la pesca en una clase anual particular de un stock, determinando el número de individuos que deben haber estado en el agua, para explicar una captura sostenida conocida, y el esfuerzo (mortalidad por pesca F) que se utiliza en cada grupo de talla para obtener los números capturados según las edades.

Este análisis trabaja con pseudocohortes, suponiendo un sistema de parámetros constantes (Sparre y Venema, 1997). Como variables el modelo utiliza como entradas los parámetros de crecimiento calculados para la especie (K y L^∞), la captura en número por grupo de talla, la mortalidad natural estimada (M) y una estimación de la mortalidad por pesca para el último grupo de talla o F terminal ($F+$).

Al aplicar el modelo de análisis de cohortes basado en tallas se obtienen como datos de salida el reclutamiento, los desovantes, la mortalidad por pesca por edad y la abundancia en número de individuos por edad (Población en el mar o biomasa).

Metodología de cálculo Parte II, parámetros y datos necesarios: El análisis de cohortes en Nicaragua se realiza en base a una matriz de captura generada luego de la transformación de tallas a edades relativas. En una matriz de captura, las columnas (encabezadas por los años) representan la estructura de las capturas de cada año. Las hileras, representan a las edades, a lo largo de los años. Un conjunto diagonal de celdas corresponde a las capturas de una cohorte. Las edades contienen en la edad mayor un grupo "plus", donde se suman las capturas de todos los grupos mayores.

Los datos requeridos para el análisis de cohortes son los siguientes:

- a) Parámetros de crecimiento utilizados en el modelo aplicado en Nicaragua

Mortalidad natural..... $M = 0.36$
Coeficiente de crecimiento..... $K = 0.24$
Longitud infinita..... $L^\infty = 276$
y la edad inicial..... $t_0 = -0.34$

- b) Captura mensual o anual del número de individuos por grupos de tallas que provienen de los datos de salida del modelo de conversión de categorías comerciales a largos biológicos, es decir los datos agrupados según las frecuencias de tallas (parte 4) celdas **D2** a **D28**.

Datos agrupados según las frecuencias de tallas

	A	B	C	D	E	F
1	L cola medio (Lc)	W cola (Lb)	Captura (lb/cola)	Captura en número (N)	Lc * N	$N*(Lc - Lc(media))^2$
2	127	0.25	0	0	0	0
3	132	0.28	0	0	0	0
4	137	0.31	7,827	25,095	3,438,068	12,822,462
5	142	0.35	17,611	50,590	7,183,773	15,678,190
6	147	0.39	57,195	147,768	21,721,895	23,475,220
7	152	0.43	64,264	149,852	22,777,577	8,665,007
8	157	0.47	57,073	120,518	18,921,380	817,327
9	162	0.52	44,693	85,729	13,888,111	492,080
10	167	0.57	39,397	68,848	11,497,612	3,765,855
11	172	0.63	20,855	33,295	5,726,682	5,115,935
12	177	0.68	23,444	34,282	6,067,857	10,374,132
13	182	0.74	35,846	48,127	8,759,159	24,139,313
14	187	0.81	11,079	13,689	2,559,770	10,273,723
15	192	0.88	11,817	13,467	2,585,587	14,133,047
16	197	0.95	8,632	9,092	1,791,116	12,714,629
17	202	1.03	4,520	4,409	890,646	7,925,010
18	207	1.11	4,138	3,745	775,240	8,412,902
19	212	1.19	3,895	3,276	694,552	8,994,186
20	217	1.28	2,100	1,645	356,870	5,417,643
21	222	1.37	1,398	1,021	226,688	3,975,455
22	227	1.47	1,791	1,222	277,283	5,548,337
23	232	1.57	138	88	20,414	461,165
24	237	1.67	197	118	27,906	705,319
25	242	1.78	158	88	21,383	599,877
26	247	1.90	177	93	23,061	713,125

	A	B	C	D	E	F
1	L cola medio (Lc)	W cola (Lb)	Captura (lb/cola)	Captura en número (N)	Lc * N	$N*(Lc - Lc(media))^2$
27	252	2.02	207	102	25,814	874,502
28	257	2.14	89	41	10,623	392,111

Pasos para la aplicación del modelo de análisis de cohortes:

Paso 1: Los datos de captura en número obtenidos en el modelo de conversión de categorías comerciales son introducidos en la **Parte 1** del modelo de análisis de cohortes en las celdas desde la **B13** hasta la **B41** donde la curva de captura en número se convierte a edades relativas las cuales se muestran en la columna **D** utilizando los parámetros de crecimiento mencionados más arriba.

Datos de captura en números obtenidos del modelo de conversión

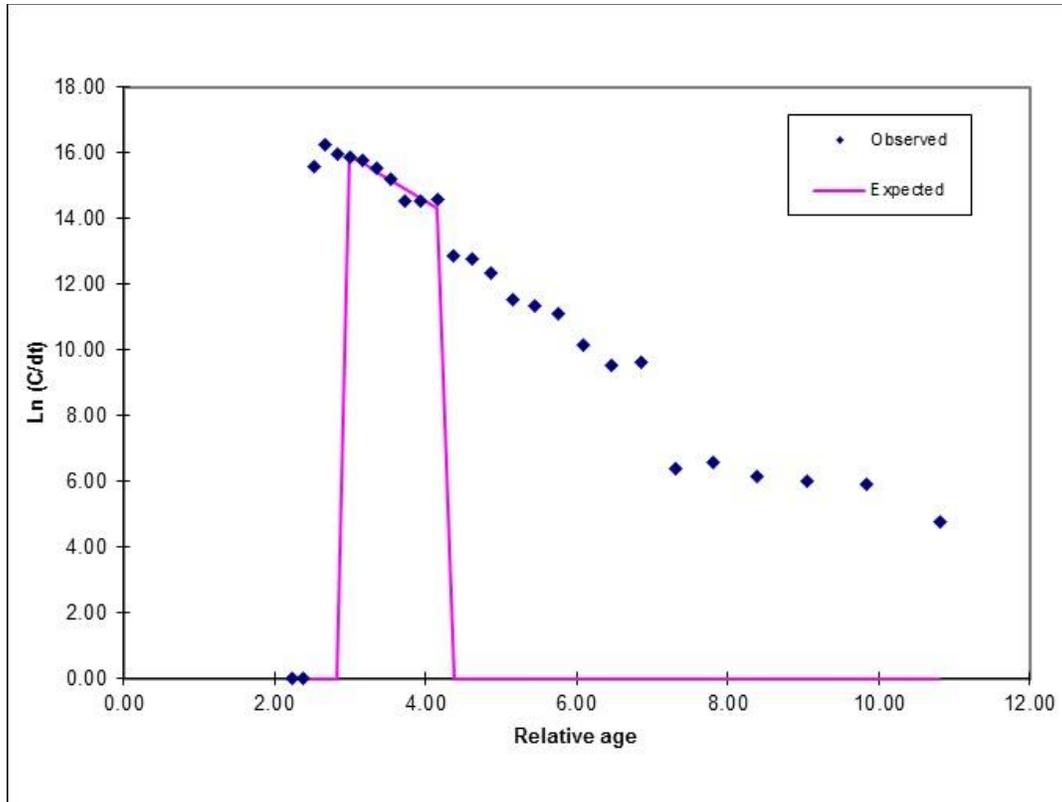
	A	B	C	D	E	F	G	H
10		N° de individuos del modelo de conversión					Starting Code =	5.5
11							Ending Code =	12
12	Code	Captura en número	delta t	Relative Age	Ln(C/dt)	Restricted Rel Age	Restricted Ln(C/dt)	Expected Ln (C/dt)
13	1	0	0.11	2.23	#¡NUM!			
14	2	0	0.12	2.37	#¡NUM!			
15	3	695,728	0.12	2.52	15.57			
16	4	1,402,522	0.12	2.67	16.24			
17	5	1,136,030	0.13	2.83	15.99			
18	6	1,078,016	0.13	2.99	15.90	2.99	15.90	15.93
19	7	1,002,774	0.14	3.17	15.78	3.17	15.78	15.69
20	8	836,785	0.15	3.34	15.56	3.34	15.56	15.44
21	9	619,235	0.15	3.53	15.21	3.53	15.21	15.19
22	10	334,642	0.16	3.73	14.55	3.73	14.55	14.92

	A	B	C	D	E	F	G	H
10		N° de individuos del modelo de conversión					Starting Code =	5.5
11							Ending Code =	12
12	Code	Captura en número	delta t	Relative Age	Ln(C/dt)	Restricted Rel Age	Restricted Ln(C/dt)	Expected Ln (C/dt)
23	11	353,246	0.17	3.93	14.56	3.93	14.56	14.63
24	12	377,463	0.18	4.15	14.57	4.15	14.57	14.34
25	13	72,113	0.19	4.38	12.86			
26	14	71,461	0.20	4.62	12.79			
27	15	48,810	0.21	4.87	12.35			
28	16	23,748	0.23	5.14	11.57			
29	17	20,191	0.24	5.44	11.33			
30	18	17,662	0.26	5.75	11.12			
31	19	7,510	0.28	6.09	10.19			
32	20	4,320	0.31	6.46	9.55			
33	21	5,145	0.34	6.86	9.62			
34	22	229	0.38	7.31	6.40			
35	23	306	0.43	7.81	6.57			
36	24	230	0.49	8.39	6.15			
37	25	243	0.58	9.05	6.04			
38	26	266	0.70	9.84	5.95			
39	27	107	0.88	10.81	4.80			
40	28							
41	29							
42	Total N	8,108,782						

El análisis de cohortes se realiza en base a la matriz de captura generada luego de la transformación de tallas a edades relativas.

Paso 2: En la curva de captura linealizada se seleccionan los valores que más se ajustan a una recta introduciendo un número como código de entrada y otro de salida en las celdas **H 10** y **H 11** del modelo, al introducir los códigos se determina de manera gráfica cuales son las edades que son más abundantes en las capturas, la decisión de estos códigos es muy importante y se determina en base a la experiencia y el conocimiento que tienen los evaluadores de sus pesquerías.

Curva de captura linealizada



Paso 3. Una vez que se introducen los códigos que determinan el patrón de explotación por edades se procede a calibrar la mortalidad por pesca **F**, utilizando la función solver, que ayuda a encontrar la diferencia entre la mortalidad por pesca calculada y la encontrada por el modelo, para correr la función solver hay que seleccionar en la **parte 2** de la hoja de cálculo la celda **D65** con el **valor 0** para cambiar la celda **F57**. **Calibración y salidas del modelo de Análisis de Cohortes.**

M = 0.35 Linf = 276.00 K = 0.24		COLA		Especie = Penulis argus del Mar Caribe de Nicaragua Sexo = Ambos		Año biológico = 2016-2017		País proyección CBA 2016-2019		Nº de Reclutas (Reclutas)									
Length-based Cohort Analysis for Size Intervals										3234279									
Code	Year	Sex	Size	SL	Cohort In Numbers	F/2	Weight (g)	Z	F	N (Sea)	W/F	Peso promedio	Valor U (lb)	Biomasa promedio	Yield	Biom. prom. U (lb)	Yield U (lb)	Rec. live Age	Rec. live Exploitation
1	123	123	1.0	1.0	0	13,322,550	0.35	0.00	1,616,262	0	0.24	13.2	374,910	0	20,000,576	0	2.2	0.00	
2	130	134	1.0	1.0	0	13,291,833	0.35	0.00	1,607,268	0	0.276	13.2	419,618	0	19,976,977	0	2.4	0.00	
3	136	139	1.0	1.0	895,728	0.36	12,794,118	0.33	0.46	1,607,268	696,728	0.312	13.2	454,628	216,994	19,312,710	9,218,011	2.5	0.40
4	140	144	1.0	1.0	1,492,522	0.76	11,588,222	1.41	1.06	1,607,268	1,492,522	0.348	13.2	489,708	489,236	17,486,707	15,924,948	2.7	0.90
5	148	149	1.0	1.0	1,136,030	0.74	9,693,803	1.34	0.99	1,607,268	1,136,030	0.387	13.2	448,908	436,716	15,263,677	15,051,778	2.8	0.84
6	150	164	1.0	1.0	1,078,016	0.76	8,164,268	1.43	1.03	896,108	1,078,016	0.429	13.2	428,482	462,502	13,237,610	14,263,119	3.0	0.91
7	155	169	1.0	1.0	1,000,774	0.77	6,706,862	1.53	1.16	960,087	1,000,774	0.474	13.6	402,572	478,650	11,593,962	13,676,398	3.2	1.00
8	160	164	1.0	1.0	856,785	0.77	5,426,268	1.52	1.17	716,038	856,785	0.521	13.6	374,724	436,237	9,724,765	11,412,546	3.3	0.99
9	165	169	1.0	1.0	619,238	0.76	4,339,910	1.38	1.03	696,602	619,238	0.572	13.7	343,051	394,343	8,212,226	8,492,636	3.5	0.88
10	170	174	1.0	1.0	354,642	0.86	3,510,949	0.99	0.64	626,789	354,642	0.628	13.8	328,196	239,612	7,170,077	4,607,444	3.7	0.54
11	175	179	1.0	1.0	363,246	0.89	2,993,958	1.12	0.77	486,228	363,246	0.684	13.9	314,737	241,575	6,362,465	4,893,625	3.9	0.66
12	180	184	1.0	1.0	377,463	0.79	2,479,812	1.31	0.86	386,582	377,463	0.746	13.9	293,008	281,144	5,465,874	5,234,673	4.1	0.81
13	188	189	1.0	1.0	72,113	0.27	1,964,462	0.66	0.21	346,694	72,113	0.809	13.9	282,837	88,363	4,860,743	1,002,941	4.4	0.17
14	190	194	1.0	1.0	71,461	0.38	1,770,068	0.87	0.25	169,573	71,461	0.876	13.9	291,687	62,707	4,625,864	999,176	4.6	0.18
15	195	199	1.0	1.0	48,810	0.31	1,582,238	0.80	0.16	339,799	48,810	0.949	14.0	300,772	46,342	4,431,166	682,740	4.9	0.13
16	200	204	1.0	1.0	23,748	0.16	1,422,849	0.43	0.08	106,640	23,748	1.026	14.1	313,264	24,346	4,322,896	336,979	5.1	0.07
17	205	209	1.0	1.0	30,191	0.16	1,291,861	0.42	0.07	289,619	30,191	1.108	14.1	308,093	22,311	4,200,493	266,644	5.4	0.06
18	210	214	1.0	1.0	17,662	0.15	1,167,782	0.41	0.06	262,468	17,662	1.189	14.1	342,990	20,969	4,078,992	246,702	5.7	0.05
19	216	219	1.1	1.1	7,810	0.07	1,049,116	0.38	0.03	231,848	7,810	1.277	14.1	359,136	9,990	3,976,128	106,176	6.1	0.02
20	220	224	1.1	1.1	4,320	0.04	943,169	0.37	0.02	276,493	4,320	1.369	14.1	377,097	6,916	3,893,441	61,060	6.6	0.01
21	225	229	1.1	1.1	5,146	0.05	842,459	0.37	0.02	266,443	5,146	1.466	14.1	395,004	7,543	3,809,221	72,743	6.9	0.02
22	230	234	1.1	1.1	329	0.00	743,009	0.36	0.00	330,712	329	1.567	14.1	413,200	388	3,726,576	3,200	7.3	0.00
23	235	239	1.1	1.1	650,451	0.26	650,451	0.35	0.00	335,640	650,451	1.666	14.1	432,222	516	3,649,679	4,222	7.8	0.00
24	240	244	1.1	1.1	280	0.00	559,756	0.35	0.00	266,566	280	1.764	14.1	450,108	409	3,566,131	3,243	8.4	0.00
25	245	249	1.1	1.1	243	0.00	471,202	0.35	0.00	246,690	243	1.859	14.1	466,311	481	3,489,999	3,427	9.0	0.00
26	250	254	1.1	1.1	288	0.00	386,002	0.35	0.00	237,700	288	2.019	14.1	480,068	537	3,393,803	3,760	9.8	0.00
27	255	259	1.2	1.2	107	0.00	301,623	0.35	0.00	201,197	107	2.146	15.4	1,646,918	230	13,213,783	1,680	10.8	0.00
28	260	0	0.1	0.1															
29	265	0	0.1	0.1															
					8,108,782	99,908,229	Fmax	1.18	18,526,091	8,108,782			11,714,391	3,866,664	226,112,561	169,268,482			
										Resumen									
										F pond total		0.60							
										Biomasa promedio total en lb.		11,714,391							
										No total en el mar		16,325,081							
										Reclutas (No) Hasta 2.8 años		6,954,331							
										Captura lb año 16/17		3,866,664							
										Biomasa del grupo de edad 3+ en No de individuos		9,370,750							

Los datos de salida del modelo de análisis de cohortes son los siguientes:

Mortalidad por pesca ponderada **F**, abundancia en peso (biomasa), número de individuos en el mar, reclutas, número de desovantes y número de reclutas, (tabla 12).

Salidas del modelo de Análisis de Cohortes

F ponderado total	0.5
Biomasa promedio total en lb.	11,714,391
No total en el mar	16,325,081
No de Reclutas hasta 2.8 años	6,954,331
Captura lb año 16/17	3,866,664
Biomasa del grupo de edad 3+ en No de individuos	9,370,750