

MODULO I

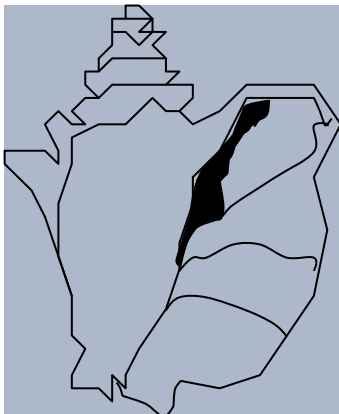
ENTRENAMIENTO SOBRE ESTIMACION DE
DESEMBARQUES Y ESFUERZO DE PESCA EN
PESQUERIAS DE CARACOL ROSADO (*Lobatus
gigas*)

Nelson Ehrhardt

Profesor Emérito

Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science

University of Miami



CONSEJO DE ADMINISTRACION PESQUERA DEL CARIBE
2020

Indice

	Página
Prólogo	3
Prefacio	4
Instrucciones de uso y definiciones	5
Identificación del problema y metas del entrenamiento	9
Definición de propósitos y objetivos	11
Definición de antecedentes sobre las pesquerías de CR que definen la naturaleza de los procesos de colecta de estadísticas de pesca	11
Marco estadístico conceptual para la determinación de desembarques totales de Caracol Rosado	14
Estimación de estadísticas de desembarques	16
Estimación de factores de conversión	27
Ejemplos desarrollados	37
Conclusiones y recomendaciones	52
Referencias bibliográficas	57

Prólogo

El Consejo de Administración Pesquera del Caribe (CFMC por su sigla en inglés) tiene una larga historia de proporcionar apoyo técnico y científico en relación con la conservación del Caracol Rosado (*Lobatus gigas*), una especie incluida en el Apéndice II de la CITES. El CFMC participa activamente en la implementación del Plan Regional de Administración y Conservación Pesquera del Caracol Rosado que fuera adoptado en la 16a Sesión de la Comisión de Pesca del Atlántico Centro Occidental (COPACO) celebrada en Guadalupe del 20 al 24 de junio de 2017. Además, el Grupo de Trabajo sobre el Caracol Rosado del CFCM/OSPESCA/COPACO/CRFM/CITES respaldó la recomendación de establecer un Grupo Asesor Científico, Estadístico y Técnico (SSTAG por su sigla en inglés) para prestar apoyo al Grupo de Trabajo en asuntos que mejoren la toma de decisiones sobre la gestión y conservación de la pesca del Caracol Rosado.

Las últimas recomendaciones proporcionadas por el SSTAG en su reunión llevada a cabo en Miami, Florida, EE. UU. del 20 al 23 de abril de 2019, incluyeron importantes consejos sobre los factores de conversión regionales que deban aplicarse a los productos elaborados de Caracol Rosado y así también generó asesoramiento sobre la mejora de los programas de estadísticas de captura y del esfuerzo en las pesquerías que explotan la especie. Dichas recomendaciones fueron aprobadas en la 17a Sesión de la COPACO celebrada en Miami, Florida, Estados Unidos los días 15 y 18 de julio de 2019. Reconociendo la importancia de esas recomendaciones, el CFMC decidió seguir adelante con el trabajo de patrocinio que ha resultado en la formulación de este módulo de capacitación. Se espera que a través de esta iniciativa se facilitará los avances regionales en relación con las necesidades estadísticas que los países deberían considerar para mejorar la información sobre desembarques y esfuerzo pesquero en las pesquerías del Caracol Rosado

Este Módulo de entrenamiento es una plataforma innovadora creada con el propósito de identificar y explicar en los términos más simples posibles los datos estadísticos que se requieren para la ordenación de estas pesquerías, y las metodologías estadísticas aplicadas en la consecución de los datos. Se espera que de tal manera se pueda lograr una mejora en la cantidad y calidad de la base de información sobre las pesquerías del Caracol Rosado a nivel regional. Para ello, el diseño de formación que se adopta en este módulo es aquel en el que se espera la auto enseñanza seguida de consultas a través de medios de comunicación electrónicos de larga distancia. Para ello, el CFMC ha establecido un sitio independiente en el portal de la Organización para que los participantes interesados puedan tener acceso libre y directo a los materiales importantes incluidos en este y otros módulos potenciales de capacitación futuros. El CFMC espera que, al facilitar la formación a las bases de investigación y gestión de la pesca, las poblaciones del Caracol Rosado del Caribe sean explotadas más racionalmente a través de hallazgos mejor establecidos que sean no perjudiciales para la subsistencia de la especie. Esta es la premisa fundamental establecida por la CITES para la conservación de las especies incluidas en el Apéndice II de dicha organización.

Miguel A. Rolón
Director Ejecutivo
Consejo de Administración Pesquera del Caribe

1. Prefacio

Este Modulo de Entrenamiento ha sido diseñado con dos propósitos:

1. Mejoramiento de las capacidades técnicas y estratégicas sobre procesos estadísticos que se deben considerar en colecciones de información sobre desembarques y esfuerzo de pesca de una especie listada en el Apéndice II de la CITES – el Caracol Rosado, Lobatus gigas, y

2. Generar un entendimiento bien establecido de los protocolos estadísticos genéricos que se debieran seguir en un marco estandarizado para la obtención de estadísticas de pesca en las pesquerías de Caracol Rosado.

El proceso de entrenamiento comprende los conceptos estadísticos básicos, pero fundamentales, que se requieren seguir en la obtención de información que permita una descripción de la utilización de una especie protegida. Las diferentes secciones en este Modulo de entrenamiento siguen un flujo integrado y secuencial de todos los procesos de obtención de información estadística según corresponda a los métodos de muestreo para las diferentes plataformas de operación de flotas y de tipos productos desembarcados en las pesquerías de Caracol Rosado (mencionado más adelante como CR en este documento).

El contenido se ha mantenido dentro de un esquema de aplicación con el mínimo de los aspectos teóricos en que se basan los métodos estadísticos que serán estudiados, enfatizando siempre la importancia de entender conceptos y suposiciones que enmarcan cada uno de los procesos de captación de la información. Lo anterior aparece tanto en las secciones de descripciones como en las de aplicaciones de los métodos.

Los componentes que integran este Modulo de entrenamiento son independientes en términos de métodos y procesos, sin embargo, un ejercicio final incluye de forma integrada todos los procesos explicados. Las referencias bibliográficas que se mencionan en el texto están disponibles desde el mismo portal en que se encuentra este Modulo de entrenamiento, con lo cual se espera que aquellos interesados en profundizar los conocimientos contenidos aquí puedan lograrlo mediante consultas adicionales en los materiales de referencia.

2. Instrucciones de Uso y Definiciones

El Modulo de entrenamiento sigue un flujo tan pedagógico como es posible en que se incluye el siguiente formato de organización:

1. **Qué o Cuál** es la naturaleza del problema a resolver,
2. **Para Qué** se desea resolver dicho problema, y
3. **Cómo** se desea resolver el problema

Para integrar el proceso de entrenamiento se ofrece una identificación generalizada de la naturaleza y características de la explotación del Caracol Rosado (**el Qué**) que sirve como marco de referencia (**el Para Qué**) para el establecimiento de las bases estadísticas genéricas que permiten la implementación de planes de colección de estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca (**el Cómo**). Los métodos genéricos que se aportan para instrucción deberán ser adaptados a las características más específicas de cada pesquería y condición local. Por lo tanto, este Modulo de entrenamiento corresponde a un paquete de procesos estadísticos que expanden **el Cómo** se puede dar solución al problema identificado (**el Qué o Cuál**) y que pudieran aplicarse en cualquier pesquería de Caracol Rosado que se desee ordenar y manejar más correctamente (**el Para Qué**).

Para un mejor entendimiento de los conceptos que se utilizan en este Módulo de entrenamiento se identifican términos estadísticos básicos utilizados en las diversas secciones los cuales se definen a continuación. Por lo tanto es muy importante que el usuario esté plenamente enterado de los términos usados para así facilitar la explicación de los materiales que se incluyen en el Modulo.

Definición de términos

Población estadística: es el conjunto de todos los elementos que son objeto de estudio estadístico. Los ejemplos de poblaciones estadísticas en nuestro caso son varios:

1. todas las embarcaciones de una pesquería
2. todas las áreas o localidades de desembarques
3. todos los desembarques
4. todos los caracoles de una “población biológica”
5. todas las medidas de tamaño de los caracoles en la “población biológica” como podrían ser los pesos vivo, etc.

De esta forma se destaca la diferencia entre una “población de animales” conformada por individuos de diferentes edades, tamaños y condiciones biológicas, con una “población estadística” que se refiere a algún atributo, componente, elemento, u objeto que forma parte del análisis estadístico que se desea realizar. Un ejemplo que podría darse fuera del contexto pesquero, pero que facilita la explicación de población estadística, podría ser aquel en que “los pesos individuales de todos los ciudadanos de una ciudad determinada” se define como la población estadística para un estudio sobre obesidad. De esta forma, los pesos individuales son los elementos que se identifican con la población estadística de interés.

NOTA IMPORTANTE: Todos los elementos que constituyen una población estadística se designan con la letra N mayúscula.

Censo: es la enumeración de todos los elementos de una población estadística. Por ejemplo, la contabilización de todas las embarcaciones de una flota, la contabilización de todos los desembarques en una pesquería, la contabilización de todos los caracoles de una población biológica, etc. En este caso se trata de un proceso de enumeración y medidas exhaustivo que contempla un despliegue de esfuerzos e inversiones que en la mayoría de las ocasiones en las pesquerías de CR son imposibles de realizar por su costo y complejidad de implementación.

Muestra aleatoria o al azar: es una fracción de la población estadística que se selecciona para los análisis cuyos resultados se extrapolan a la población estadística que se desconoce pero que se desea conocer a través de la muestra. El término “aleatoria” es importante porque implica que en el proceso de realizar la selección de la fracción de elementos de la población estadística que se desea analizar se deberá asegurar que “*todos los elementos constitutivos de la población estadística*” deban tener la misma probabilidad de ser seleccionados y formar parte de la muestra que entonces pasa a denominarse aleatoria o insesgada o al azar.

*NOTA IMPORTANTE: Todos los elementos que constituyen una muestra aleatoria se designan con la letra **n** minúscula.*

Proceso de selección: es la acción de identificar al azar e incorporar cada elemento de la población estadística que se separa para formar parte de la muestra aleatoria. Por lo tanto, los instrumentos que se utilizan para coleccionar las muestras deben ser no selectivos (por ejemplo, que se posean solo vehículos terrestres y no embarcaciones para alcanzar otros lugares sin acceso terrestre).

Encuesta: es el llevar a cabo el proceso de selección de una muestra aleatoria. Por lo tanto, las encuestas tienen un alto grado de dificultad en lo que se refiere a “preservar la modalidad al azar o aleatoria con que se debe coleccionar la información”. Puesto que en casi todas las ocasiones se requiere de instrumentaciones para la captación y/o medida de los elementos que son elegidos de la población estadística, es que se debe considerar las características de las instrumentaciones que pudieran generar una ruptura del proceso aleatorio. Por ejemplo, se viola el proceso aleatorio al seleccionar embarcaciones que están en muelle facilitando así el acceso al proceso de muestreo se incluyen en las muestras para anotar captura y esfuerzo, o contabilizar desembarques que facilitan el proceso de enumeración por haberse elegido un centro de acopio o una instalación que procesa en grandes cantidades el producto de interés como elemento de la muestra aleatoria, o cuando se utilizan sistemas de pesca que seleccionan ciertos tamaños con más frecuencia que otros, condicionando los elementos de una población estadística que no son incluidos por los efectos de selectividad del arte de pesca u operación espacial que colecciona ciertos animales de la población estadística, etc.

Muestra sesgada: es una muestra que carece de los procesos aleatorios o de azar con que se seleccionó la muestra.

Diseño experimental de muestreo: es el plan de obtención de muestras aleatorias. Este plan es el que considera las estrategias de remoción o selección de los elementos de la población estadística teniendo en consideración elementos de tiempo y espacio.

NOTA IMPORTANTE: el diseño experimental debe considerar herramientas que permitan el muestreo aleatorio sobre toda la población estadística. Sin embargo, las

herramientas disponibles pudieran limitar el acceso aleatorio a la captación de los elementos en la población estadística definida para los propósitos de los análisis. En muchas ocasiones las herramientas son insuficientes para lograr el marco de referencia aleatorio que requiere el diseño experimental de muestreo. Por ejemplo: existen numerosos lugares de desembarque de Caracol Rosado a los cuales no se tiene acceso directo por tierra y no se cuenta con embarcaciones (esta es una de las herramienta de acceso) para cubrir dichos lugares de desembarque. En estos casos la población estadística se reduce a la que corresponde a los lugares de desembarque de Caracol Rosado accesibles por tierra (en que vehículos terrestres y vías públicas son las herramientas de acceso). Consecuentemente, se introduciría un sesgo significativo a la capacidad de captar aleatoriamente los desembarques en las muestras de la especie si no se tuviera las herramientas múltiples para conseguir acceso a todos los elementos definidos en la población estadística que debieran incluirse en una muestra aleatoria.

Tamaño de muestra (es una parte integral del diseño experimental): es el número de **n** elementos que deben ser “seleccionados al azar desde la población estadística **N**”. Existe una dicotomía en el concepto del tamaño de muestra que tiene relación con el financiamiento disponible para la consecución de los elementos y la variabilidad de los estimados que son función del tamaño de las muestras. Mientras mayor sea el número de elementos elegidos en la muestra aleatoria, menor será la variabilidad de los estimadores (por ejemplo de los desembarques o del esfuerzo de pesca) y vice versa. Mientras menor sea la variabilidad mayor será la precisión de los estimadores calculados con la información colectada y vice versa.

Exactitud: es una indicación de la proximidad del promedio de los resultados de las mediciones hechas desde los elementos en las muestras insesgadas con respecto al valor verdadero de las mediciones si es que estas se hubieran realizado considerando todos los elementos en la población estadística.

Algoritmo: es el proceso sistemático de conseguir una solución a un problema siguiendo un esquema lógico de pasos o ejecuciones de acciones.

Estadístico insesgado: un estadístico es un estimado de un parámetro de los elementos en una población estadística. Por ejemplo, el promedio o valor medio de los elementos incluidos en una muestra aleatoria es un valor insesgado del valor promedio de la población estadística de elementos. Un estimado es insesgado cuando el proceso de estimación (esto es las fórmulas y algoritmos utilizados en las estimaciones) conduce a que en promedio dichos estimados son iguales al parámetro poblacional que se estima.

Precisión: es la dispersión alrededor del promedio del conjunto de las mediciones hechas sobre los elementos en una muestra insesgada.

NOTA IMPORTANTE: En la figura 1 se presenta una gráfica del importante concepto de exactitud y precisión de estimadores estadísticos generados por muestras aleatorias insesgadas (panel a) y generadas por muestras sesgadas (panel b).

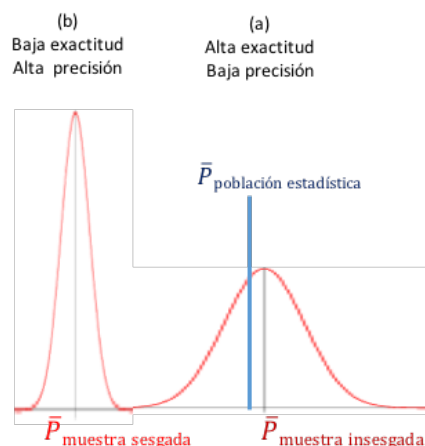


Figura 1. Distribuciones de estimados generados por muestras insesgadas (a) con mayor exactitud por la mayor proximidad del promedio de la muestra ($\bar{P}_{\text{muestra insesgada}}$) al promedio de la población ($\bar{P}_{\text{población estadística}}$) estadística pero con mayor dispersión. La muestra sesgada (b) se encuentra relativamente más lejos ($\bar{P}_{\text{muestra sesgada}}$) que el valor verdadero de la población estadística, pero tiene una menor dispersión con lo que se le identifica como con mayor precisión.

Muestreo aleatorio simple: es aquel que se realiza cuando los elementos en la población estadística son más o menos homogéneos. Por ejemplo, una flota está distribuida en números aproximadamente similares a lo largo de la costa y el tipo de embarcaciones es más o menos similar. Desde otro punto de vista, el número de desembarques y el volumen desembarcado es más o menos similar entre todos los lugares de desembarque. De esta manera, el muestreo aleatorio simple que se implementa en igual proporción a través de toda la población estadística de desembarques, generará información parcial de la población estadística sobre desembarques que se puede extrapolar al total de la población.

Muestreo aleatorio estratificado: es aquel en que la población estadística no presenta sus elementos constitutivos en forma homogénea y por tanto, bajo estas condiciones, una muestra simple genera observaciones dispares (no aleatorios) de dichos elementos. Bajo estas condiciones, existe la posibilidad de dividir la población estadística en grupos, los llamados estratos, dentro de los cuales los elementos constitutivos son más homogéneos. Por ejemplo, los desembarques en número y volumen como elementos constitutivos de una población estadística se agrupan más significativamente en ciertas áreas geográficas que facilitan disparemente el acceso a los mercados. Otro ejemplo es la estacionalidad de las capturas por cuestiones ambientales o por la dinámica del recurso pesquero de interés en que es necesario hacer estratificaciones temporales, etc.

Porcentaje (%) de carne limpia: Los desembarques de CR generalmente tienen algún grado de procesamiento debido a la necesidad de desembarcar solo partes del organismo que son aprovechables para consumo humano y que corresponde al músculo del pie. Existen varios niveles de limpieza que se muestran en la figura 2, sin embargo, existen varias clasificaciones según definiciones adoptadas en algunos países de la región (ver Apéndice I y Hordsford et al. 2012).

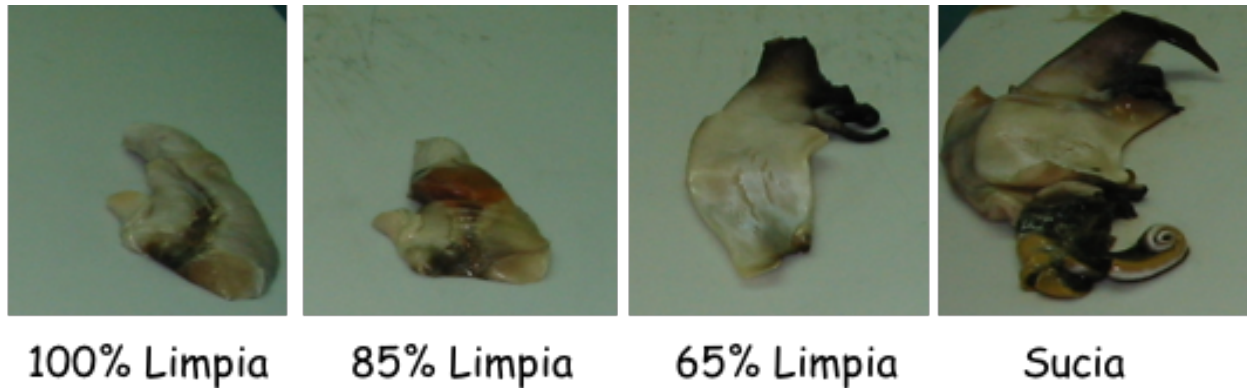


Figura 2. Niveles de limpieza desde un individuo con todos sus apéndices (Sucia) a 100% limpio (solo Filete)(Ehrhardt y Galo, 2005).

Intensidad de pesca: es la cantidad de esfuerzo de pesca realizada por unidad de área donde el esfuerzo de pesca pudiera medirse desde unidades muy específicas, tales como el número de horas de buceo, a unidades mucho más genéricas como puede ser un viaje de pesca sin especificaciones del número de días o tiempo empleado. Se destaca que en las unidades de esfuerzo de pesca muy específicas se requerirá de información estadística muy detallada que muchas veces es imposible de obtener. Por ejemplo, el tiempo total de buceo dependerá del número de buzos que lleve una embarcación, el cual depende del tamaño de la embarcación, y del número de veces que los buzos realizan inmersiones de pesca y la profundidad de dichas inmersiones en cada día de pesca puesto que la profundidad limita el tiempo de operación de los buzos, etc.

3. “El Qué” – Identificación del problema y metas del entrenamiento

El Caracol Rosado (CR), *Lobatus gigas*, es el más grande de los gasterópodos en el Océano Atlántico Centro Occidental siendo más abundante en las regiones occidentales del Mar Caribe. Junto con la langosta espinosa del Caribe, *Panulirus argus*, es uno de los recursos pesqueros con mayor importancia económica y social en la región (Ehrhardt et al. 2010). La especie posee una dinámica poblacional compleja que limita su explotación debido, principalmente, a dos condiciones importantes que están relacionadas con su biología:

1. *Muy baja movilidad (0.5. millas náuticas por mes) ocupando hábitats de por vida que en promedio no exceden las 8 hectáreas (Glazer et al. 2003) lo que genera una identidad geográfica de la especie que se traduce en que su crecimiento tenga gran plasticidad de acuerdo a las condiciones ecológicas locales (esto es, el tamaño a edad puede variar significativamente entre regiones e incluso entre bancos de pesca). Con ello la producción de biomasa explotable tiene un contexto espacial muy localizado y dispar que crea una problemática crítica en la definición de unidades de efectivos explotables, y*

2. *La especie posee reproducción interna haciendo que el éxito reproductivo dependa de las probabilidades de encuentro espacial para el apareamiento entre machos y hembras (Stoner y Ray-Gulp 2000; Stoner et al. 2018; Delgado y Glazer 2020).*

Por lo anterior, una unidad explotable de CR que se defina como sustentable debe ser una que posea densidades poblacionales localizadas compatibles con la movilidad requerida para asegurar contactos que sustenten las tasas de apareamiento en el proceso reproductivo (Efecto Allee). Tales densidades no han sido definidas explícitamente para cada localidad, región, o unidad explotable, sin embargo, información recabada de forma extensa en Bahamas y Florida, indican que las densidades poblacionales reproductivas límites por debajo de las cuales el éxito reproductivo pudiera verse comprometido, pudieran variar aproximadamente entre 56 y 200 individuos por hectárea (Stoner et al. 2018; Delgado y Glazer 2020).

Debido a la alta demanda por los productos de CR en los mercados internacionales e internamente en varios países, la explotación pesquera ha reducido significativamente las abundancias de los efectivos y con ello se han reducido las densidades poblacionales por debajo de aquéllas que parecieran ser las mínimas para la conservación de la capacidad reproductiva de la especie. Debido a esta situación de explotación descontrolada a nivel regional, en 1992 el CR fue listado como especie protegida en el Apéndice II de la Convención para el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por su sigla en inglés) (<http://www.cites.org>). Ello implica que las exportaciones de productos de CR están reguladas por dicha agencia internacional. Las regulaciones están dictadas principalmente por cuotas anuales permisibles reportadas por los países a la CITES, las cuales deben ser no detrimentales a la supervivencia de la especie.

Lo relevante desde un punto de vista conceptual de conservación de una especie protegida por la CITES, se refiere a “la supervivencia de la especie protegida y no a la supervivencia de la pesquería que la explota”. Ello implica que las regulaciones con que se ordenan las pesquerías de especies tradicionales no listadas en el Apéndice II de CITES parecieran no ser congruentes o aplicables con el concepto de protección que implica la definición “no detrimental a la supervivencia de una especie” contenida en el Apéndice II de la CITES.

De lo anterior se desprende que los países que explotan y exportan CR deben tener información congruente con las necesidades de definir cuotas no detrimentales a la supervivencia de la especie. Por las características biológicas de la especie y complejidades económicas y sociales de sus pesquerías, se genera la necesidad de obtener información estadística insesgada necesaria y suficiente que permita definir los estados de explotación del CR. Entre los elementos fundamentales de información requerida se encuentran los desembarques realizados desde los efectivos y el esfuerzo de pesca necesario para dicha realización. Ambos elementos estadísticos forman parte del problema por no contarse con dicha información de la forma insesgada y suficiente que se requiere en las evaluaciones de explotación y definición de cuotas no detrimentales a la supervivencia de la especie. Más aún, si no se cuenta con estadísticas de desembarques que sean generadas por sistemas estadísticos comprobados, dará como resultado una falta de claridad en la forma en que se deben corroborar los resultados de la explotación de la especie (esto es los desembarques) con las cuotas de pesca señaladas como no detrimentales.

La meta de este entrenamiento es ofrecer algunas conceptualizaciones estadísticas genéricas sobre esquemas conceptuales insesgados sobre las modalidades a seguir en la consecución de información sobre desembarques y esfuerzo de pesca que se requiere para regular la explotación del CR.

“El Para Qué” - - Definición de Propósitos y Objetivos

Para dar cumplimiento con los requerimientos de la CITES, las exportaciones de los productos de CR deben ser declaradas anualmente y sin ambigüedades por parte de las Autoridades Científicas y Administrativas CITES de cada país, indicando que en efecto las cuotas declaradas y los desembarques totales resultantes no son perjudiciales a la supervivencia de las unidades de efectivos de CR explotados localmente.

De lo anterior se desprende que las Autoridades CITES de los países deban contar con estadísticas de capturas totales realizadas en cada periodo administrativo (usualmente cada año) las cuales deben ser cotejadas con cuotas declaradas a la CITES para cada periodo de explotación o año. Con ello se espera sea posible verificar el efecto de las capturas declaradas como no perjudiciales sobre el estado de explotación de los recursos de CR, y al mismo tiempo que permitirían verificar si las capturas reportadas cumplen con los criterios de sostenibilidad que se habrán de fijar para la especie.

Los países exportadores de CR, aun cuando reportan a la CITES estimados de cuotas sustentables declaradas como no perjudiciales, han tenido dificultades en aportar estadísticas de captura y esfuerzo de pesca a la COPACO (Grupo de Trabajo CFMC/OSPESCA/WECAFC/CRFM/CITES sobre Caracol Reina). Esta situación ha llevado a que se exprese en el plan regional de manejo del CR que tales estadísticas son “las más básicas que se requieren para el ordenamiento pesquero, sin embargo son las más difíciles de conseguir en dichas pesquerías” (Prada et al 2017).

NOTA IMPORTANTE: El propósito principal de este Modulo de entrenamiento es el de mejorar las capacidades técnicas de las Autoridades Científicas de CITES de cada país exportador en lo concerniente a la estimación de estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca de CR. Los objetivos del entrenamiento son el definir las bases estadísticas que se debieran utilizar en la captación de la información requerida sobre estadísticas de desembarques de CR y el esfuerzo pesquero realizado para ello en cada uno de los países que explotan esta especie protegida.

4. “El Cómo” - - Definición de antecedentes sobre las pesquerías de CR que definen la naturaleza de los procesos de colecta de estadísticas de pesca

El CR se caracteriza por poseer conchas que alcanzan grandes tamaños que en el caso de los individuos maduros pueden llegar a pesar de 8.5 a 10 veces el peso de las fracciones comestibles 100% limpias que se pudieran desembarcar (Ehrhardt y Pérez 2019 y Horsford et al. 2012). Debido al escaso aprovechamiento de las conchas y al gran volumen y peso que ellas representan, las mismas son usualmente descartadas en el lugar más conveniente para el pescador u operador de pesca artesanal (Figura 3) o dejadas en el fondo mismo por los buzos de las embarcaciones industriales. Sin embargo, los productos desembarcados pueden poseer diferentes niveles de procesamiento dependiendo de los requerimientos de los mercados disponibles en las diferentes regiones. En el caso de las pesquerías industriales de CR que normalmente se realizan en bancos de pesca más alejados de las costas y de los puertos de desembarque (por ejemplo Honduras, Nicaragua, Jamaica, etc.) comúnmente se desembarca producto que ha sido llevado a un nivel de

procesamiento avanzado a veces por sobre el 95% de limpieza. Con ello se evita el transporte de un peso no aprovechable en la pesquería tal cual es la concha y vísceras. Los productos generados por los desembarques en las pesquerías industriales son mayoritariamente para exportación por lo que después de un procesamiento final más acabado del producto desembarcado en las plantas industriales que después de un proceso de congelación, queda listo para exportación (Figura 4).



Figura 3. Disposición de las conchas de CR provenientes de la pesca artesanal (Fotos de diversos orígenes y lugares)

En otros casos, las pesquerías son artesanales en que el producto se desembarca con muy diversos niveles de limpiado de la carne y en numerosos lugares dependiendo del destino de los mismos, especialmente si son para consumo local. Los pescadores artesanales que operan pequeñas embarcaciones y que desconchan el caracol en lugares costeros que rara vez son autorizados (Figura 3) y desembarcando los productos en lugares de venta o acopio costeros existiendo adicionalmente un mercado de producto fresco inmediato (por ejemplo en puestos de expendio de ensaladas de caracol o para consumo privado) para lo cual los caracoles se mantienen vivos en cautiverio hasta el momento de su consumo.

Todo lo anterior implica que en el caso de las pesquerías del CR las poblaciones estadísticas correspondientes a desembarques y esfuerzo de pesca carecen de homogeneidad temporal y espacial, puesto que se observan grandes estratificaciones en cuanto se refiere a estaciones de pesca, flotas, bancos de pesca, lugares de desembarque y así también en los muy variados niveles de limpieza de la carne de los productos desembarcados. Sin duda que para cubrir las necesidades de recolección de información estadística insesgada, los sistemas estadísticos nacionales de la pesca deberían tener una capacidad de interceptar, en principio, desembarques y esfuerzo de pesca en muy diferentes localidades y con productos de CR con variados niveles de limpieza. Por lo tanto, el proceso estadístico es complejo por naturaleza y necesariamente de gran envergadura para cualquier plan de recolección de datos estadísticos. Tales condiciones implican costos no fáciles de cubrir por parte de las instituciones responsables del ordenamiento de las pesquerías de

CR y es la razón principal de las carencias de información fundamental que existen en estas pesquerías.

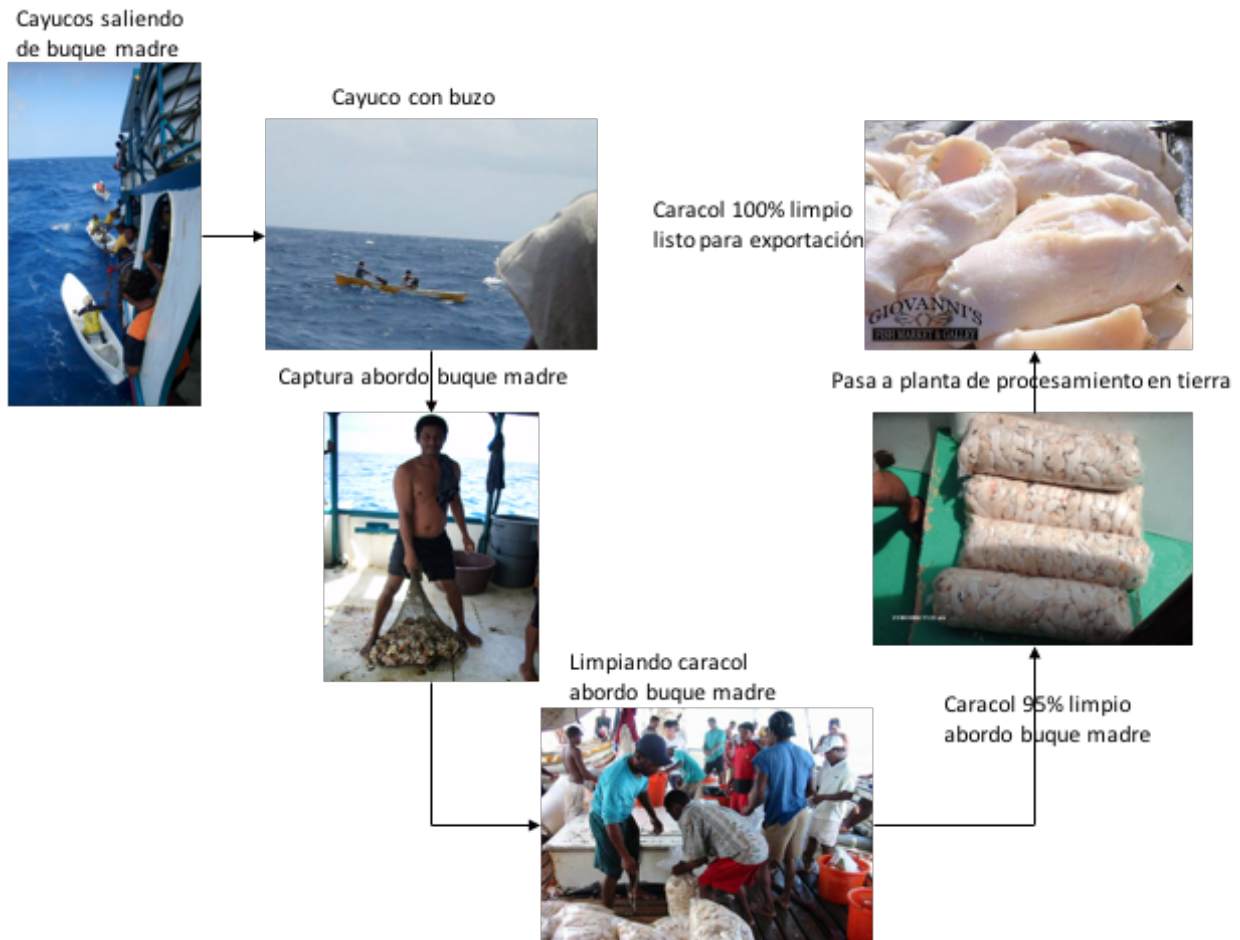


Figura 4. Flujo del producto capturado de CR en la pesca industrial. Flotilla de cayucos con un buzo y un cayuquero bajan de barcos madres y comienzan a operar en lugares seleccionados por el capitán. Luego regresan al barco con el producto sucio (carne sin limpiar) y se procede al lavado hasta el nivel convenido con las plantas procesadoras. El producto desembarcado viene en bolsas con producto congelado el cual es procesado hasta un nivel de carne usualmente 100% limpia la cual se empaca para exportación.

Se destaca entonces la necesidad estadística de entender y controlar la falta de homogeneidad de los elementos en las poblaciones estadísticas de desembarques y de esfuerzo de pesca en las pesquerías de CR. Ante tal situación se debe considerar la adopción de muestreos estratificados de tipos variados que en su conjunto definirán el plan más eficiente de captación de información que sea insesgada. En principio las estratificaciones primarias que se pudieran adoptar para lograr una homogenización de los elementos en las poblaciones estadísticas de interés podrían ser:

1. Periodos estacionales ya sea mensuales o trimestrales
2. Pesquerías industriales y artesanales

3. Lugares de desembarque ya sea ordenados por grupos similares o separados
4. Tipos de productos procesados según nivel de limpieza de la carne

En las secciones que siguen se explican las consideraciones de orden estadístico más básicas y fundamentales que debieran cumplirse en la estimación de los variados tipos de desembarques en las pesquerías de CR.

5. MAS SOBRE “El Cómo” - - Marco estadístico conceptual para la determinación de desembarques totales de Caracol Rosado

Según las recomendaciones emanadas de la reunión del 20-23 Abril de 2019 del Grupo Asesor sobre cuestiones Científicas, Estadísticas y Técnicas del Caracol Rosado (QC/SSTAG por siglas en inglés) y refrendado por la COPACO (17ava Reunión de la Comisión 15-18 Julio 2019) existe la necesidad que los países que explotan el CR aporten dos tipos de estadísticas sobre desembarques:

1) *En peso sucio que se define como el peso de todos los tejidos del cuerpo de un CR (esto es, correspondiente al peso sin ningún tipo de procesamiento – ver Apéndice I) y que corresponde a las estadísticas que se deben utilizar en las evaluaciones de producción de biomasa poblacionales, y*

2) *Peso vivo que corresponde al peso sucio más el peso de la concha que es una estadística que los países deben reportar a la FAO.*

La formulación fundamental para la estimación de un desembarque de carne sucia (DCS%) proveniente de un desembarque de carne limpia con un nivel % de limpieza de la carne (DCL%) se expresa como

$$DCS_{\%} = \text{Desembarque}_{\% \text{Carne limpia}} * \text{Factor de Conversión}_{\% \text{Carne limpia}}$$

Ejemplo, supóngase que se trata de un desembarque en que la carne de CR viene 50% limpia, entonces dicho desembarque expandido al peso de carne sucia estaría dado por

$$DCS_{50\%} = DCL_{50\%} * FC_{50\%}$$

En la formulación anterior se observa que se requieren estimados de dos variables importantes:

1. *Estadísticas de desembarques totales de la carne con un nivel % de limpieza DCL%, y*
2. *Un Factor de Conversión (FC%), o factor de expansión, correspondiente al nivel de limpieza porcentual de la carne para llevarlo al peso sucio correspondiente.*

El desembarque total de carne sucia (DTCS) para un país, región, o banco de pesca y año o temporada se define como la suma de los desembarques totales de carne sucia estimadas como correspondientes a cada nivel de % de limpieza de la carne. Por ejemplo, si los desembarques hubieran sido para tres niveles % de carne limpia tal suma sería:

$$DTCS = DCS_{50\%} + DCS_{85\%} + DCS_{100\%} \text{ (Estudiar composición de esta formulación en la Tabla 1)}$$

De esta manera, la integración de los diferentes niveles % de desembarques de carnes limpias y expandidas a desembarques equivalentes a peso sucio y luego sumados al total de los desembarques requiere de protocolos tanto de censos como de encuestas estadísticas muy importantes que se explican mas adelante.

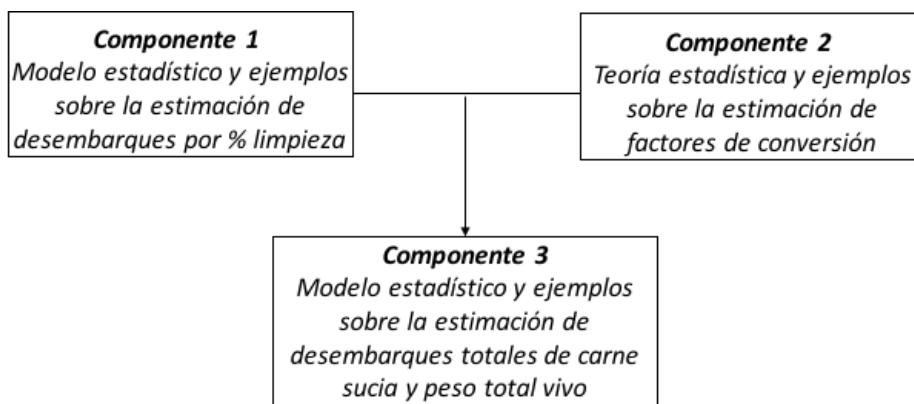
El desembarque total en peso vivo de CR en un país y año estará dado por el producto del desembarque total en peso sucio (DTCS) por un factor de conversión correspondiente a la concha. Dicha formulación se encuentra en la última línea de la Tabla 1.

Tabla 1. Formulaciones para las estimaciones de desembarques en peso sucio según niveles de % de carne limpia en los desembarques, peso de los desembarques totales de carne sucia, y de peso vivo.

<i>Desembarques en peso de carne sucia (DCS) según niveles de % de carne limpia</i>		<i>Desembarques según nivel % carne limpia (DCL)</i>		<i>Factor de Conversión (FC) para nivel % carne limpia</i>	
<i>Ecuaciones Primer Nivel</i>	$DCS_{50\%}$	=	$DCL_{50\%}$	*	$FC_{50\%}$
	$DCS_{85\%}$	=	$DCL_{85\%}$	*	$FC_{85\%}$
	$DCS_{100\%}$	=	$DCL_{100\%}$	*	$FC_{100\%}$
<i>Ecuaciones Segundo Nivel</i>	<i>Desembarques totales de carne peso sucio (DTCS)</i>		=	$DCS_{50\%} + DCS_{85\%} + DCS_{100\%}$	
	<i>Desembarques totales en peso vivo (peso sucio + peso concha)</i>		=	$DTCS$	* $FC_{Peso vivo}$

NOTA IMPORTANTE: Cabe destacar que en las formulaciones anteriores la información estadística correspondiente al desembarque con un nivel % de procesamiento deberá ser estimado según se explicará en el Componente 1 que se presenta a continuación mientras que los estimados de los factores de conversión se explican en el Componente 2 de este entrenamiento.

Por lo expresado anteriormente, el marco conceptual del entrenamiento consta de tres componentes que se muestran en el diagrama dado a continuación:



Cada componente se relaciona a procesos de estimación estadísticamente independientes que se deben realizar para así obtener información aleatoria que en su conjunto genere estimados insesgados de las capturas totales de CR.

De esta forma un estimado de la captura total es un valor insesgado del valor de los desembarques obtenidos si es que éstos se pudieran determinar directamente (esto es sin un proceso de muestreo y estimación).

6. Componente 1 – “El Cómo” - - Estimación de estadísticas de desembarques

El proceso de colección de estadísticas de desembarques para el CR que dé resultados confiables, esto es con niveles de exactitud y precisión conocidos y aceptables, deberá tener en consideración definiciones claras que identifiquen e interpreten la naturaleza de la dinámica de los desembarques de la especie. En lo que sigue se ofrece una guía que se pudiera utilizar como referencia de lo que deberían contemplar tales definiciones. Para ello se adopta un desarrollo conceptual desde aspectos más generales a la integración de aquéllos más detallados de acciones y productos que dan como resultado la generación de estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca definidas por estratificaciones temporales y espaciales de las pesquerías.

Primer nivel de estratificación

Como primera decisión se debería separar el acopio de desembarques de CR en relación a pesquerías industriales y pesquerías artesanales o de pequeña escala. Esta primera estratificación obedece a las diferencias inherentes relacionadas a los bancos de pesca explotados, las tecnologías operativas utilizadas y los resultados obtenidos:

Pesquerías industriales de CR caracterizadas por tener:

1. *menor número de operaciones de pesca (menor tamaño de flota)*
2. *bancos de pesca más lejanos de la costa*
3. *viajes de pesca significativamente más prolongados*
4. *desembarques de mayor envergadura*
5. *pocos puertos base*
6. *productos más homogéneos en nivel de limpieza de la carne*

Pesquerías artesanales de CR se caracterizan por tener:

- 1. operaciones muy numerosas*
- 2. viajes de pesca mayoritariamente diarios*
- 3. bancos de pesca localizados en áreas más cercanas de los lugares de desembarque*
- 4. desembarques más bien reducidos en tamaño*
- 5. numerosos puntos de desembarque a lo largo de las costas*
- 6. niveles muy variables de limpieza de la carne inclusive productos vivos*

6.1. Desembarques y esfuerzo de pesca de las flotas industriales que explotan el CR

La gran mayoría de los desembarques de las flotas industriales quedan contabilizados en plantas de procesamiento de caracol y por lo tanto debieran corresponder a estadísticas con “características de censo”. Esto es, la mayoría de los desembarques industriales de CR por razones de pagos y de contabilidad de las plantas, quedan registrados y pueden ser identificados según la embarcación que los genera. Tales anotaciones también son imprescindibles para los armadores que deben realizar los pagos a capitanes y tripulaciones, etc. Puesto que estas estadísticas están incorporadas en los sistemas de contabilidad de las plantas procesadoras y así también anotadas por los capitanes y los dueños/armadores de las embarcaciones industriales, entonces se podría suponer que debieran existir (y en efecto en muchos países existen) convenios entre las plantas, las embarcaciones industriales y las oficinas de pesca para incorporar los desembarques de CR a los sistemas estadísticos pesqueros nacionales. Tales convenios deberían ser parte del proceso Industria-Autoridad CITES de los países a través de los cuales se deben generar los descubrimientos no detrimentales a la supervivencia de la especie que se requieren para establecer las cuotas anuales de CR. Adicionalmente, la transferencia electrónica vía internet de tales desembarques es una modalidad obvia en la actualidad. De esta manera, el asegurar las estadísticas de desembarques de flotas industriales que van a plantas procesadoras pareciera no implicar inversiones y capacidades humanas exacerbadas en las oficinas de pesca responsables de mantener las estadísticas pesqueras de los países. Mas bien existen requerimientos por parte de las oficinas de pesca (que representan a la Autoridad CITES en los países) de dar seguimiento temporal disciplinado a los protocolos que debieron haber sido establecidos con la industria para así asegurar la calidad y cantidad de los datos transferidos. Un aspecto independiente al anterior se suscita cuando las embarcaciones industriales hacen entregas fraccionadas desde los desembarques a comerciantes locales, en cuyo caso la única verificación de tales estadísticas correspondería a intercepciones de encuestadores de las oficinas de pesca con los capitanes y armadores. Más adelante se explica la consecución de estadísticas de esfuerzo de pesca de las embarcaciones industriales que impone un mayor nivel de contacto con los capitanes en cuyas oportunidades se podría establecer el contacto sobre desembarques locales que no han ido a las plantas procesadoras.

NOTA IMPORTANTE: En esta instancia es de interés consultar sobre la naturaleza y condicionantes implícitos en los criterios de sostenibilidad y los descubrimientos no detrimentales acerca de la supervivencia de esta especie protegida bajo el Apéndice II de la CITES que se encuentran descritos en el Plan Regional de Ordenamiento de las Pesquerías de Caracol Rosado (Prada et al. 2014). Esto con el fin de aclarar la necesidad y obligatoriedad de implementar los procesos de captación de información estadística de producción desde las pesquerías industriales requerida para la administración de los recursos de CR. Este entendimiento dará mayor realce al contexto de compromiso de las partes derivado de la adquisición de derechos de acceso a la explotación de una especie protegida por parte de los usuarios.

Los desembarques industriales registrados mediante alguna forma convenida entre la autoridad de pesca y la industria deben tener necesariamente una clasificación según nivel de % de limpieza de la carne la cual se realiza a bordo de las embarcaciones. La importancia y requerimiento de tal clasificación se basa en que las oficinas de pesca deberán expandir los pesos con algún nivel de limpieza de dichos desembarques al peso sucio y peso vivo equivalentes según los factores de conversión que correspondan (Nota: detalles sobre los factores de conversión se presentan más adelante en el Componente 2 y su aplicación en el Componente 3 de este Modulo de entrenamiento). Para ello las “Ecuaciones de Primer Nivel” dadas en la Tabla 1 serán suficientes para los efectos de tabulación de los “desembarques de carne sucia” provenientes de los desembarques industriales. Por otro lado, los “desembarques en peso vivo” deberán ser estimados mediante la aplicación de las “Ecuaciones de Segundo Nivel” dadas en la misma Tabla 1.

NOTA IMPORTANTE: se enfatiza que los desembarques industriales con algún grado o nivel de procesamiento deberán ser expandidos a peso de carne sucia y peso vivo según los requerimientos ya establecidos por el Grupo de Trabajo del Caracol Rosado. Sin embargo, y como se vera más adelante, los factores de conversión son función de los tamaños promedio de los individuos en las capturas y estos tamaños tienen referencia importante a los lugares en donde se hayan capturado. Como ejemplo de esto último se recomienda revisar el trabajo de Hordsford et al. (2012) referente a factores de conversión por categorías de maduración de ejemplares provenientes desde diferentes áreas o bancos de pesca.

La condición anterior pasa a ser un aspecto adicional que es relevante y que vendría a imponer una clasificación adicional a las estadísticas de desembarques industriales cual es el de su identificación de origen. Este requerimiento estadístico aumentaría significativamente el esfuerzo institucional que se requeriría para asegurar que las estadísticas de desembarques industriales sean insesgados. Sin embargo, tal clasificación de origen solo será necesaria si el ordenamiento de las pesquerías industriales de CR se fuera a realizar según bancos de pesca para lo cual se tendría que considerar los desembarques con designación de origen para así poder evaluar el estado de explotación y la aplicación de los criterios de sostenibilidad a cada banco de pesca.

NOTA IMPORTANTE: no olvidar aquí la naturaleza de identidad geográfica de la especie que puede generar una capacidad diferencial de respuesta a la explotación y así posiblemente se requeriría en efecto de un ordenamiento pesquero independiente de acuerdo a las áreas de distribución del recurso.

En cuanto se refiere al esfuerzo de pesca de las flotas industriales de CR, en la actualidad la gran mayoría de las embarcaciones involucradas deben por regulación poseer monitores de seguimiento satelital. Una importante literatura científica y técnica existe sobre el uso de la información generada por esta tecnología que inicialmente fue incorporada para los propósitos de control y vigilancia pero que en la actualidad los mismos datos permiten llevar a cabo análisis diversos sobre las características dinámicas del esfuerzo de pesca (revisar por ejemplo Maina et al. 2018; Marzuki 2017; Watson and Haynie 2016; Lee et al. 2010). Por lo tanto, la información de “tiempos en los lugares de inmersión”, “número de sitios de inmersión”, “días de pesca”, “días totales de navegación o fuera de puerto base”, y “número de viajes de pesca” son estimables como unidades de esfuerzo desde los registros satelitales de las embarcaciones tal como se puede visualizar desde mapas con derroteros de las embarcaciones tal cual se muestra en la figura 5. En dicha figura se tienen los derroteros de cuatro embarcaciones industriales hondureñas que realizaron viajes de

pesca a un mismo banco en la plataforma continental de la zona económica exclusiva de Honduras. Las cartas en forma digital que se reciben desde los proveedores de los servicios de seguimiento satelital poseen suficiente resolución como para identificar detalles de los lugares dentro de cada banco de pesca en que las embarcaciones se detienen para bajar buzos de la forma que se observa en la Figura 4. Adicionalmente a los mapas con los derroteros, se reciben los datos originales en archivos digitales que son almacenados en las oficinas de pesca. Los datos son registrados cada ciertos intervalos de tiempo especificados en los contratos de servicio. La información incluye entre otras la posición según latitud y longitud, velocidad y dirección de la navegación, hora y fecha de la posición. Puesto que las oficinas de pesca son responsables del monitoreo de dichas operaciones de pesca, entonces la información para medir el esfuerzo de pesca en alguna forma definida por el usuario y desde los mapas respectivos debería ser rescatable desde los archivos disponibles en dichas oficinas. Tal como se observa en la figura 5 los registros de los derroteros permiten de forma simple llegar a delinear los bancos de pesca de CR visitados por cada embarcación industrial y con ello se podría llegar a establecer la intensidad de pesca ejercida espacialmente sobre el recurso. Al mismo tiempo, al tenerse los desembarques totales realizados con una identificación de origen, sería posible determinar la “densidad relativa poblacional del CR que ha sido removida de los bancos de pesca” en cada una de las temporadas de pesca.

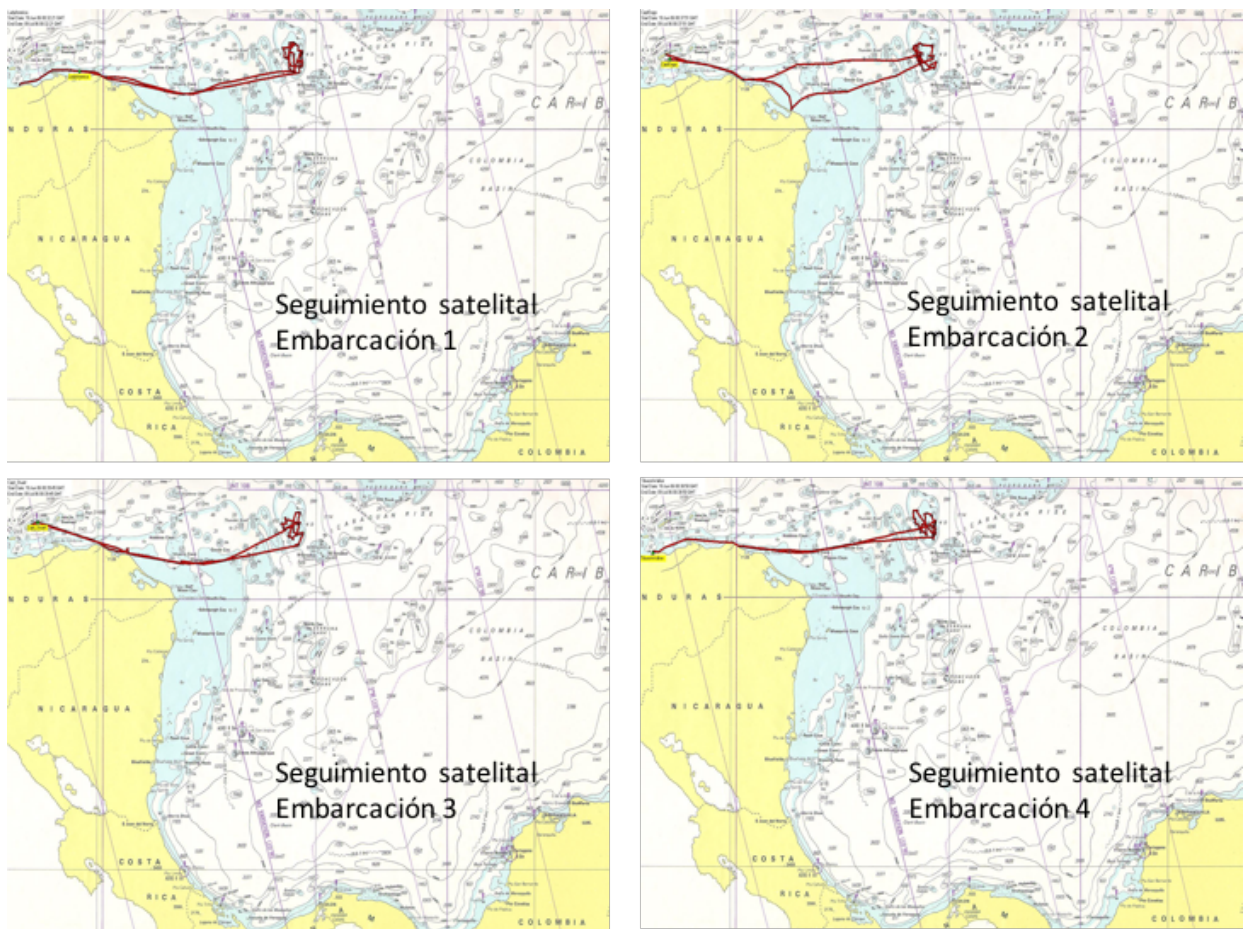


Figura 5. Derroteros de navegación y operaciones de pesca llevadas a cabo por cuatro embarcaciones industriales hondureñas en un banco de CR en la zona externa de la plataforma continental dentro de la zona económica exclusiva de Honduras.

En el caso que se requiera que las estadísticas de pesca industrial del CR deban reportarse según su origen, correspondería documentar el número de bancos de pesca visitados por las embarcaciones durante un mismo viaje de pesca y las capturas realizadas en cada uno de ellos. Para tal necesidad se deberán establecer protocolos de colecta de información en que los capitanes deban reportar las capturas realizadas en cada banco de pesca cuyo total debe corresponder al total desembarcado que aparece regularmente en los registros de las empresas procesadoras que reciben el producto. Para ello se debería adoptar una bitácora de pesca que sea simple y que contenga las anotaciones que habitualmente hace el capitán y/o el jefe de cubierta al momento que los buzos traen las capturas a bordo y los productos son pesados (Figura 4). Dicha información se utiliza para cancelar los servicios de buceo de los pescadores, y también por el capitán de la embarcación de forma de dar seguimiento a la carga acumulada durante el viaje de pesca. Por lo tanto, las capturas logradas en cada lugar de pesca es información de importancia durante un viaje de pesca. Tal información pudiera ser retirada desde las bitácoras por personal de las oficinas de pesca. En estas circunstancias, las oficinas de pesca tendrían la responsabilidad de asegurar la recolección periódica de la información anotada en bitácoras. Para ello será necesario tener información sobre el desarrollo de los viajes de pesca de forma tal que la institución esté enterada de que embarcación se encuentra operando, en qué bancos de pesca ha operado y cuándo regresaría a puerto. De esta manera la implementación de un sistema de bitácoras tendría un flujo bien integrado de retiro de información y al mismo tiempo facilitaría tener entrevistas con los capitanes al momento de arribo de las embarcaciones a puerto.

NOTA IMPORTANTE: Puesto que las oficinas de pesca tienen acceso directo a la información sobre el seguimiento satelital de las embarcaciones, el personal encargado de las estadísticas podrían saber con anticipación que bancos de pesca visitaron los barcos y que capitanes habría que entrevistar sobre las capturas proporcionadas en bitácoras que se deben recoger. El esfuerzo de captación de esta información dependerá del tamaño de las flotas industriales de pesca de CR, las cuales son limitadas en número.

En el caso que las estadísticas de pesca deban contener información sobre el origen de las capturas, los desembarques industriales expresados en categorías de pesos sucio y vivo que se presentan en la Tabla 1, deberían estar dadas ahora por las ecuaciones con identificación de bancos de pesca que se dan a continuación:

Ecuaciones Para desembarques por viaje de pesca con separación de bancos de pesca

$$DCS_{\%banco\ pesca} = Desembarque_{\%Carne\ limpia, banco\ pesca} * Factor\ de\ Conversión_{\%Carne\ limpia}$$

y

$$DCPV_{\%banco\ pesca} = DCS_{\%banco\ pesca} * Factor\ de\ Conversión_{Concha}$$

Nótese que las variables en las ecuaciones anteriores se definen como:

*DCS_{%banco pesca} Desembarque de carne sucia correspondiente a un nivel de % de carne limpia desembarcada por una embarcación industrial después de un **viaje de pesca con bancos de pesca múltiples** en que el desembarque se identifica por banco de pesca*

*DCPV_{%banco pesca} Desembarque de carne en peso vivo correspondiente al desembarque expresado en peso sucio de una embarcación industrial después de un **viaje de pesca con bancos de pesca múltiples** los cuales han sido identificados*

Las estadísticas en peso sucio y peso vivo tanto en las formulaciones con especificación de origen o sin ella, podrán ser integradas en cualquier unidad de tiempo, por ejemplo meses, temporadas o año, simplemente mediante la suma de las cantidades estimadas para todos los barcos que operaran durante los periodos de tiempo definidos.

NOTA IMPORTANTE: En el Componente 3 se elabora con mayores detalles los aspectos técnicos y estadísticos que darían como resultado estadísticas de captura y esfuerzo de las flotas industriales para propósitos más específicos de las oficinas de pesca en el quehacer de manejo y regulaciones de pesca del CR como especie protegida por la CITES.

6.2. Desembarques y esfuerzo de pesca de las flotas artesanales que explotan el CR

Debido a la naturaleza más compleja por lo numeroso y variable de las operaciones de pesca artesanal de CR relativo a las pesquerías industriales, hace que el monitoreo estadístico para obtener información insesgada sobre desembarques y esfuerzo de la pesca artesanal requieran de recursos económicos y materiales muy significativos para su correcta ejecución. En general, existe escepticismo que se pueda establecer un sistema de colección total (esto es mediante censos o enumeración total) de datos de desembarques y esfuerzo de pesca para las pesquerías artesanales. Esto se debe, en primer término, a una falta de financiamiento para cubrir los costos de implementación de un sistema estadístico complejo debido a que los gobiernos usualmente no recuperan una renta que deberían percibir por el uso, manejo, y explotación de los recursos pesqueros que son propiedad de los países. En segundo término, que se logre una efectividad de muestreo con la mano de obra disponible en las oficinas de pesca de manera que se logren enumeraciones más completas de la información estadística pesquera. De esta manera, las carencias financieras que usualmente existen dentro de las oficinas de pesca ha sido el impedimento principal que ha dado como resultado que la información estadística proveniente de las pesquerías artesanales de CR sean muy insuficientes para describir los impactos de explotación que se ejerce, en este caso, sobre la especie protegida. De lo anterior se desprende que la única posibilidad de lograr establecer en estas pesquerías una plataforma de generación de información estadística que sea insesgada con referencia a desembarques y esfuerzo de pesca sea a través de un proceso de estimación de dicha información vía censos esporádicos del tamaño de las flotas artesanales conjuntamente con enumeraciones parciales de desembarques para así reconstruir los desembarques y esfuerzos de pesca totales a través de un proceso estadístico que se explica más abajo.

La reducción de la colecta de información estadística desde una enumeración completa (o censo) como se debería realizar con las operaciones de pesca industrial a una enumeración parcial (o encuesta) que sea representativa de las poblaciones estadísticas de desembarques y esfuerzo en la pesca artesanal implica que deba existir un marco estadístico conceptual para la estimación de dicha información. La enumeración parcial vía muestreos aleatorios obliga a utilizar factores de expansión de la información generada desde las muestras a la población estadística correspondiente.

NOTA IMPORTANTE: Los muestreos aleatorios si son correctamente diseñados e implementados deberían generar estimados de desembarques y esfuerzo de pesca que pueden tener un nivel de exactitud aceptable; sin embargo, existe la necesidad de asegurar que dichos estimados tengan al mismo tiempo un nivel de precisión aceptables. Para ello se deberán considerar aspectos espaciales y temporales que hayan sido definidos correctamente mediante estratificaciones menores que aseguren que dentro de ellas exista una mayor homogeneidad en las poblaciones estadísticas de interés de desembarques y de esfuerzo de pesca. Como se explica a continuación, las estratificaciones menores deberán ser definidas con información sobre las características operacionales que se observen desde algún censo preliminar que deba realizarse en estas pesquerías.

De lo anterior se desprende que en el caso de las pesquerías artesanales de CR, las **poblaciones estadísticas** en los estratos menores tienen relación con las **operaciones de pesca que son usualmente diarias de las embarcaciones artesanales** y con la población estadística de los **desembarques en diferentes localidades a lo largo de la franja costera** que por consecuencia son de un carácter diario. De esta manera, el marco de referencia estadístico debe contar con una estratificación menor referente a unidades de tiempo, que usualmente debiera ser un día, mientras que el marco de referencia espacial debiera contener unidades espaciales autónomas definidas por el número de lugares de desembarques ya sea definidas como localidades individualmente identificadas y/o por algún grupo de localidades identificado por su similitud en los niveles de desembarques y tamaños de flota. Deberá haber al mismo tiempo una captación en número y cantidad en peso de los desembarques de CR según los productos por nivel de % de carne limpia que se distribuyan a los mercados desde o por dichos puntos. Todos estos aspectos son incluidos en las explicaciones que se dan en este Componente y en el Componente 3 con las aplicaciones respectivas.

Por lo tanto, la tarea principal redunda en la integración de un proceso de estimación de los desembarques promedio por viaje de pesca diarios a partir de enumeraciones parciales (esto es muestreos aleatorios) de los desembarques realizados en ciertas localidades por ciertas embarcaciones de características operacionales aproximadamente similares (definidas a través de algún proceso de enumeración total o censo inicial) en lapsos de tiempos que permitan descripciones de la estacionalidad de los desembarques. Este proceso se muestra gráficamente en la figura 6 en que se supone que se muestreará un día al mes de forma tal que para el mes 6 se seleccionó al azar el día 4 (el cual debe ser verificado si no corresponde a un día no operacional o no hábil como se explicará más adelante), y se han seleccionado aleatoriamente 3 localidades de las 5 que existen en la región. Dentro de dichas localidades se seleccionaron aleatoriamente las embarcaciones que serán muestreadas por desembarques en un día de pesca. El número de elementos seleccionados dependerá directamente de los niveles de financiamiento que puedan existir para realizar los trabajos de campo. En general, se observa que con un muestreo al mes en las mismas localidades y embarcaciones los resultados del promedio de los desembarques y esfuerzo de pesca serán insesgados. Más adelante se dan mayores explicaciones de los procesos de muestreo aleatorio.

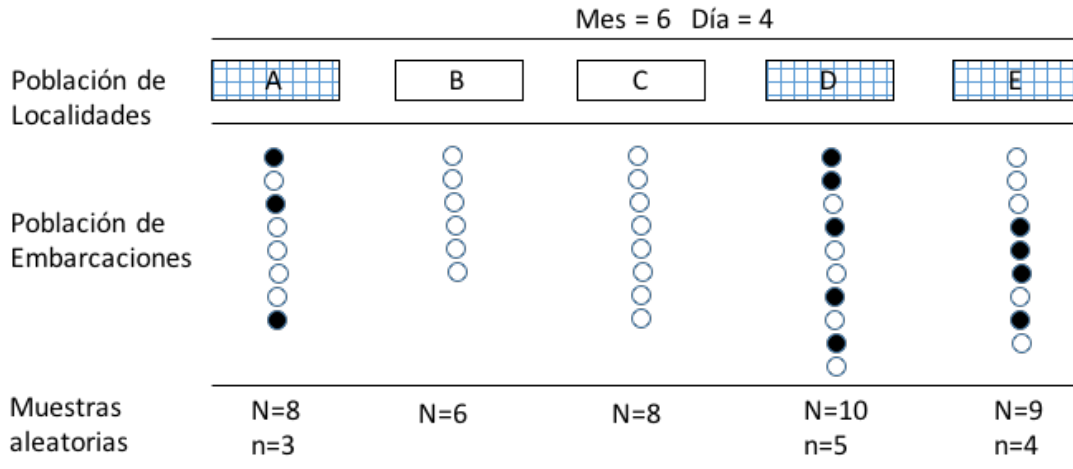


Figura 6. Organigrama de un proceso de selección aleatoria de mes, día, localidades y embarcaciones. Las localidades seleccionadas aleatoriamente se muestran en cuadriculados y las embarcaciones en círculos negros rellenos.

NOTA IMPORTANTE: El orden secuencial e integrado de las estratificaciones menores difiere según las poblaciones estadísticas que se consideren en los muestreos aleatorios y que se deban implementar como conjunto tal cual se muestra en la figura 6. Esto se va a revisar con más detalle una vez que se estudien las formulaciones para estimar los desembarques y el esfuerzo de pesca ya que cada elemento de información necesario para las estimaciones deberá cumplir con las suposiciones que aseguren exactitud y precisión de cada proceso de estimación y expansión.

La formulación básica para estimar desembarques consiste en que:

$$\text{Desembarque} = \text{Desembarque por unidad de esfuerzo promedio} * \text{unidades totales de esfuerzo de pesca}$$

Por lo tanto en nuestro caso, la formulación anterior requiere de dos estadísticos que hemos estado viendo que tienen características y complejidades estadísticas muy diferentes y que se resumen a continuación:

1. Desembarque artesanal por unidad de esfuerzo promedio en un estrato menor

Este estadístico es un promedio estimado desde varias muestras aleatorias de desembarques registrados por embarcación y día de pesca colectadas en una localidad de acuerdo a un proceso estratificado al azar con varios niveles que en el caso de los desembarques artesanales de CR se pudiera adoptar la siguiente secuencia:

Primer nivel de estratificación menor “Mes y Día”

Segundo nivel de estratificación menor “Localidades de desembarque”

Tercer nivel de estratificación menor “Tipo de embarcación”

Cuarto nivel de estratificación “Tipo o nivel de % de carne limpia”

El muestreo aleatorio deber tomar en consideración todos los niveles de estratificaciones anteriores y los detalles de dicho proceso se explican con más detalles

más adelante ya que se requiere de mayor y mejor caracterización de las suposiciones referidas al proceso de desembarque en las pesquerías artesanales de CR.

2. Unidades totales de esfuerzo para el estrato menor

Este estadístico es aún más complejo de estimar y al mismo tiempo es el más críticamente importante de ser estimado sin sesgos (estos es, con las mayores exactitudes posibles) y alta precisión puesto que en la formulación para la estimación de los desembarques, el esfuerzo de pesca representa un factor de expansión que es directamente proporcional. Por lo tanto, cualquier sesgo o error cometido en su estimación, impactará directamente y proporcionalmente al estimado de desembarque.

El esfuerzo de pesca se debe cuantificar dependiendo fundamentalmente del **tamaño de la flota** artesanal del CR y del **número de días hábiles de operación** en la unidad de tiempo considerada dentro de la estratificación menor, que usualmente corresponde a un mes. Al mismo tiempo, existe un **coeficiente de actividad de las embarcaciones** que es relativo al día en que de forma aleatoria se realiza la encuesta de desembarques en que existirán embarcaciones operando y otras no. De esta manera, el **esfuerzo de pesca medido en días de pesca totales implementados por una flota en una localidad y tiempo** determinados podría ser definido por una ecuación como la que sigue:

$$\text{Esfuerzo de pesca} = \text{Número de embarcaciones} * \frac{\text{Días hábiles}}{\text{Mes}} * \frac{\text{Fracción días operados}}{\text{Embarcación por mes}}$$

La ecuación anterior requiere **tres recursos de información** muy importantes que se deben coleccionar de formas estadísticas diversas. Por ejemplo,

*1. El **número de embarcaciones (NE)** debe resultar de una enumeración completa de las embarcaciones menores que pescan CR en cada localidad. Esto **corresponde a un censo** que debiera llevarse a cabo por lo menos una vez al año (algunas recomendaciones sugieren cada 3 a 4 años) para así verificar que el número de embarcaciones no ha cambiado, ya sea aumentado o disminuido, en cuanto a su participación en la pesquería artesanal de CR. Puesto que la población estadística son todas las embarcaciones artesanales de pesca de CR, el censo se debe llevar a cabo en todas las localidades en que se encuentren embarcaciones de pesca artesanal que participan en la pesquería de CR. Nótese que en este proceso de enumeración total también se definen las localidades en que se desembarca CR.*

Existe una manera inicial de diseñar el censo que es a partir de posibles inscripciones que pudieran existir en algún registro nacional de embarcaciones y desde posibles licencias de pesca de los pescadores que pudieran existir en las oficinas de pesca. Aun cuando no todas las embarcaciones y pescadores pudieran estar registrados y empadronados, con la información existente, por precaria que esta sea, será posible planificar el censo según regiones y puertos bases, lugares o playas de acopio, muelles públicos y privados, cooperativas o asociaciones de pescadores, etc., que pudieran existir dentro de cada región. Los censos deberían solicitar información remotamente si es posible por medio de correos electrónicos cuando estos servicios están disponibles y se conoce la información de los usuarios, por comunicación vía radios públicas y de los servicios navales del país en que se realiza el censo, a través de comunicaciones visuales por televisión y por letreros colocados en vías de acceso a playas de desembarques, lugares conocidos donde llegan

desembarques por trasbordos por vía terrestre o marítima, y a través de misivas a usuarios en los mercados o lugares de acopio de producto, distribuidores de productos marinos o plantas procesadoras de mariscos. La naturaleza misma del censo dependerá en gran forma de la geografía del lugar, la extensión de la costa, acceso a los lugares de desembarque, y la extensión de los lugares habitados.

El censo usualmente contiene consultas adicionales al número de localidades identificadas y número de embarcaciones por localidad. Tales consultas incluyen como por ejemplo:

- 1. estacionalidad de las operaciones de pesca,*
- 2. bancos de pesca accesibles desde el puerto base y los bancos más visitados,*
- 3. tiempos de navegación hasta y desde los bancos de pesca,*
- 4. tiempos efectivos de pesca,*
- 5. duración de los viajes en días,*
- 6. número de viajes de pesca por mes que definirían el número de días operables,*
- 7. número de tripulantes y de buzos por embarcación,*
- 8. capturas de CR esperadas por viaje de pesca,*
- 9. tamaño de la embarcación,*
- 10. equipos de buceo disponibles por embarcación,*
- 11. medio de conservación del producto,*
- 12. nivel de % limpieza de la carne de filetes de CR,*
- 13. lugares usuales de entrega de los productos o puntos de desembarque.*

*2. Los **días hábiles por mes disponibles para la pesca (DHP)** corresponden a los 30 días de un mes menos los días que tradicionalmente los pescadores no operan por cuestiones de ya sea de mercados cerrados como podrían ser en los días feriados nacionales y los fines de semana, o por fuerzas naturales superiores que impiden las operaciones de pesca como pudiera ser un huracán o mal tiempo, etc. Esta información **se levanta de acuerdo a encuestas**. De forma preferencial estas encuestas se deberían realizar al final de un mes, pero de forma usual por asuntos de economías de implementación se podrían realizar conjuntamente con las encuestas del mes correspondiente a desembarques en localidades y embarcaciones seleccionadas aleatoriamente como muestras. Por ejemplo, en un periodo de 30 días pueden haber 4 días domingo que pudieran no operar los pescadores y 1 día en la semana que hay algún feriado nacional más 4 días de mal tiempo. En este ejemplo habrían 9 días no operables en este periodo lo que significa que habrían 21 días hábiles en que debieron haber ocurrido operaciones de pesca. Puede que existan datos históricos de mal tiempo en cada mes que podrían utilizarse como promedios mensuales en cada región. Cabe destacar que el mal tiempo para la pesca puede ocurrir con diferentes frecuencias entre las localidades y por lo tanto es de importancia estadística tratar de definir con la mayor precisión posible el número de días que en promedio no serían operables por mal tiempo que afecta a cada localidad. A medida que los planes de muestreo de los desembarques continúa implementándose en el tiempo, la información concerniente a este tipo de variables se enriquecerá y con ello aumentará la precisión de los estimados para días hábiles por mes.*

*3. El **Coefficiente de Actividad de las Embarcaciones (CAE)** corresponde a la probabilidad que una embarcación específica esté operando en cualquier día hábil durante un mes o periodo de tiempo adoptado. CAE corresponde a la razón promedio de los días que efectivamente opera una embarcación en un periodo de días hábiles. Este coeficiente depende de las costumbres y hábitos en el trabajo de los pescadores de CR, estado de salud de los pescadores de una embarcación, reparaciones forzadas de la*

embarcación o sistemas de pesca, saturación de los productos de CR en los mercados, etc. Los CAE pueden variar significativamente por localidades. Esta información se levanta de acuerdo a encuestas y sirve para corroborar la información recolectada en los censos sobre número de viajes de pesca por mes, duración de los viajes en días, etc. La población estadística para las encuestas de CAE son el estado operacional de la embarcación en todos los días de un mes. Así por ejemplo, si en un mes hay 21 días hábiles para operaciones de pesca y en promedio las embarcaciones muestreadas en una localidad elegidas aleatoriamente operaron 7 días, el CAE sería igual a 0,333 (=7/21).

Por lo tanto, si el censo arrojó que en la localidad seleccionada aleatoriamente para las encuestas tenía 15 embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal de CR, y que el número de días hábiles para realizar las operaciones de pesca fue de 21 días en un mes dado y que en ese mes el CAE fue de 0,333, entonces el esfuerzo de pesca para esa localidad y mes debió haber sido $15 \cdot 21 \cdot 0,333 = 105$ días de pesca o viajes diarios de pesca, según se defina.

Integrando todas las variables explicadas más arriba, la formulación sobre desembarques artesanales dada anteriormente se podría expresar mediante nombres dados a las variables correspondientes a los procesos. De esta manera, la ecuación para la determinación de los desembarques puede ahora ser escrita con nombre de variables a las que se les adjudican índices que se identifican con las letras i a la l. Ellas corresponderían a mes (i), localidad (j), embarcación (k), y % de limpieza de la carne (l) dada como

$$D_{i,j,k,l} = DPE_{i,j,k,l} * NE_{j,k} * DHP_{ilk} * CAE_i$$

donde

D = desembarque de un tipo de producto de CR limpio (%) desembarcado en una localidad en un mes por un tipo de embarcación

DPE = promedio de los desembarques por día de pesca muestreados aleatoriamente de acuerdo al producto con nivel de limpieza (%) en la localidad aleatoria, mes y tipo de embarcación aleatorio. Es un estimado mediante un muestreo aleatorio de localidad y embarcaciones.

NE = número total de un tipo definido de embarcaciones que operan en la localidad elegida aleatoriamente y es un número global determinado anualmente, o periodos más largos de hasta cada 4 años, mediante un censo.

DHP = número de días hábiles de pesca promedio para las embarcaciones de un tipo dado que operaron en una localidad dada y mes obtenido desde muestras aleatorias, y

CAE = coeficiente de actividad de un tipo de embarcación en un mes dado y obtenido mediante muestreos aleatorios.

Suponiendo que el desembarque promedio por día de pesca de una embarcación en una localidad en un mes fuera de 35 libras de carne 50% limpia, entonces el desembarque total estimado para dicha localidad en dicho mes sería de 3.675 lb (=35*105).

El proceso aleatorio anterior puede ser resumido de la siguiente manera:

1. Un censo inicial genera la información sobre localidades y tamaños de las flotas por las localidades más información preliminar sobre operatividad de las flotas.
2. Las encuestas sobre desembarques y esfuerzo de pesca se realiza **una vez cada mes o periodo definido** en las **mismas localidades y mismas embarcaciones** que fueran seleccionadas aleatoriamente al iniciarse el proceso de encuestas, y
3. El desembarque total y esfuerzo de pesca total son estimados mediante las expansiones correspondientes a todas las localidades y todas las embarcaciones.

NOTA IMPORTANTE: Los desembarques son por lo tanto estimados mediante tres encuestas y un censo de diversas poblaciones estadísticas (Figuras 6 y 7) que representan la dinámica operacional temporal de las flotas artesanales dentro de una unidad de estratificación espacial para un tipo de producto según sea el nivel de % de limpiado de la carne. La suma de estos desembarques para todas las estratificaciones menores dará como resultado el total desembarcado en una pesquería artesanal CR en un año para un país.

En el Componente 3 de este Modulo de entrenamiento se presentan ejemplos específicos de todos los procesos de estimación explicados anteriormente.

7. Componente 2 – “El Cómo” - - Estimación de Factores de Conversión

De acuerdo a las definiciones en peso sucio y peso vivo adoptadas para la designación de las estadísticas que los países deben reportar sobre capturas de CR (Grupo de Trabajo CFMC/OSPESCA/WECAFC/CRFM/CITES sobre Caracol Rosado), se requiere que las mismas deban ser estimadas desde desembarques los cuales son reportados según diferentes niveles de % de carne limpia que se observan en la región. Tales niveles de limpieza de la carne desembarcada tienen referencia a las condiciones de mercado y operacionales existentes en las diferentes localidades. Consecuentemente, se requiere convertir los desembarques de los diversos productos procesados a capturas globales en peso vivo y peso sucio que originaron dichos desembarques. Los factores de conversión que deban de utilizarse para dicha estimación expresan simplemente el número de veces que el peso de un producto con algún nivel de procesado de % de carne limpia deba multiplicarse para alcanzar los pesos sucio y vivo equivalentes. Sin embargo, esta simple definición tiene requerimientos estadísticos importantes que se refieren a la manera de cómo se deben recolectar los datos experimentales que se necesitan para la estimación de dichos factores de conversión. En este sentido los datos requeridos y los requerimientos estadísticos de los datos deben ser observados con escrutinio estricto si se desea que los factores de conversión resultantes generen estimados insesgados de los desembarques en cualquiera de sus dos denominaciones (esto es, pesos sucio o vivo).

Se enfatiza aquí la definición ya dada sobre resultados insesgados generados por un proceso de estimación que son aquéllos que en promedio, y debido a los métodos de muestreo y formulación de cálculo, corresponden al valor verdadero si se hubiera colectado toda la información sobre

desembarques totales de las categorías de peso sucio y vivo. En las secciones siguientes se elaboran las necesidades estadísticas necesarias para la estimación de factores de conversión con características de insesgados para los productos de CR desembarcados.

7.1. Consideraciones estadísticas de la información requerida (*qué se requiere*) y los requerimientos estadísticos (*cómo se requiere*) de los datos usados para estimar los factores de conversión.

Las consideraciones de orden estadístico que se requieren para estimar factores de conversión correspondientes a los desembarques de carne limpia de CR que presentan diferentes grados de procesamiento, se pueden dividir en dos grupos:

- 1. Consideraciones sobre la naturaleza de las muestras experimentales (esto es, las muestras para estimar los factores de conversión) extraídas desde una población muestral que se identifica con las “capturas” y no con los desembarques. Se enfatiza aquí que “capturas” se refiere a los animales enteros mientras que “desembarques” corresponden en su gran mayoría a la fracción comestible o utilizable, y*
- 2. La forma como se miden las reducciones de pesos individuales en las muestras experimentales debido a los diferentes procesamientos de limpieza de la carne según los requerimientos de mercadeo en cada localidad.*

Consideraciones sobre el punto 1. El proceso de estimación se puede explicar utilizando el diagrama de flujo que se encuentra en la figura 7. Desde un punto de vista estadístico, es fundamental que la muestra que contiene los individuos que deberán ser sometidos al procesamiento experimental de limpiado (tal cual se observa en la figura 2), deba ser una muestra con características aleatorias o al azar de las capturas. Por lo tanto, y por definición de una muestra aleatoria, tales muestras deben ser extraídas de forma que todos los CR capturados tengan una misma probabilidad de ser escogidos en dichas muestras. Esta consideración de muestreo aleatorio es de la importancia más fundamental a todo el proceso de estimación de los factores de conversión puesto que bajo esta suposición es que un factor de conversión es un multiplicador válido que permite reconstituir (esto es, estimar) el peso de las capturas que originaron los productos procesados que fueron desembarcados.

La importante suposición estadística de extraer una muestra aleatoria desde las capturas introduce dificultades logísticas significativas en la consecución de las muestras necesarias y estadísticamente válidas para estimar los factores de conversión. Si se observa en la figura 7, las muestras en el paso 2 deberán contener individuos enteros que posean una distribución de tallas que debe ser estadísticamente similar a la distribución de tallas observadas en las capturas en el paso 1 del diagrama. Como se verá mas adelante, esta importante condicionante aleatoria se debe a que los factores de conversión dependen del rango de tamaños que se incluyan en las muestras aleatorias del paso 2. Por lo tanto, solo factores de conversión “insesgados” son los que permiten que las características del producto desembarcado con ciertos niveles de carne limpia (Paso 4) puedan ser expandidos al total de peso vivo y peso sucio (Paso 5) que se desea estimar. Debido a este flujo de muestreo aleatorio y de cálculo insesgado de los factores de conversión es que se genera un estimado de las capturas en pesos sucio y vivo (Paso 6) que por consecuencia son estimados “insesgados” de lo que se capturara en la pesquería y que se desconoce (Paso 1).

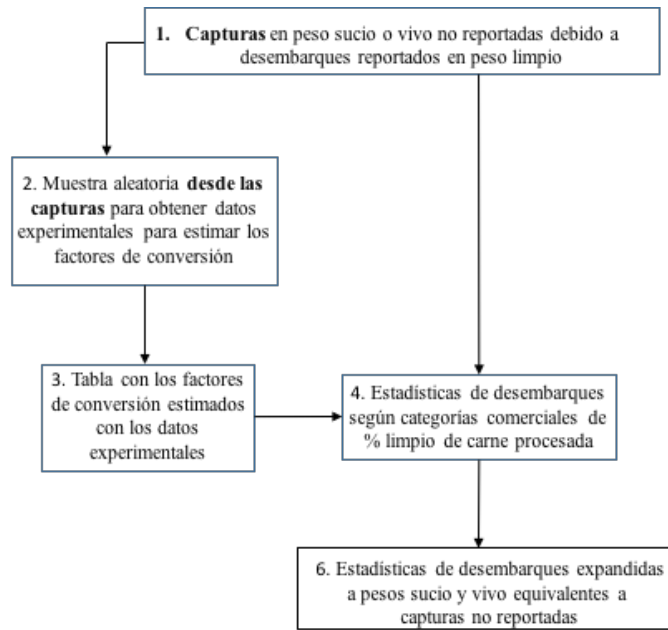


Figura 7. Diagrama de flujo del origen e integración de los datos experimentales necesarios para la estimación de los factores de conversión y su aplicación en la estimación de capturas a partir de desembarques de productos procesados.

NOTA IMPORTANTE: Se recuerda que el término insesgado no significa que las capturas estimadas en peso sucio o peso vivo (Paso 6 en Figura 7) sean necesariamente “iguales” a las capturas originales (Paso 1 en Figura 7), sino que en promedio, los valores estimados reflejan los valores verdaderos de dichas capturas. Y esto es posible solo si se cumplen las suposiciones estadísticas de obtener muestras aleatorias (Paso 2 en Figura 7) y que el proceso de limpieza (como se muestra en la figura 2) sea representativo de lo que se realiza en toda la pesquería para conseguir las denominaciones de los productos desembarcados.

Se recalca entonces que las condiciones temporales (meses) y espaciales (localidades de desembarques) que impone este tipo de muestreo aleatorio es indispensable y fundamental para la obtención de factores de conversión insesgados. Sin embargo, la consecución de dichas muestras aleatorias requieren de condiciones físicas importantes de acceso a las capturas que son inherentes a capacidades de lograr dichas muestras al momento de la captura a bordo de las embarcaciones y no al tiempo del desembarque de productos ya procesados.

Consideraciones estadísticas sobre el punto 2. Estas consideraciones están relacionadas con el proceso de limpieza del producto antes de ser desembarcado los cuales son función de la demanda por ciertas preparaciones de los productos en los mercados (por ejemplo 50% , 65%, 85% o 100% carne limpia, etc.). Se destaca entonces que los factores de conversión son función de variados procesos de limpieza establecidos en las diferentes localidades y cuyos niveles de limpieza porcentuales siguen solo aproximadamente ciertas clasificaciones que han sido definidas con holgura en varias de las pesquerías de CR. Como ejemplo se muestran en el Apéndice I aquellas definiciones de niveles de limpieza resumidas por Tewfik (1996) en donde se incluye información de Smikle (1997 en Thiele 2001).

Dado que los procesos de limpieza dependerán en gran manera de las modalidades y costumbres locales de quienes realizan dicho limpiado, entonces se trata de un “*proceso muy subjetivo*” dependiendo de las experiencias de los operadores que limpian el producto y según las costumbres en localidades y mercados dentro y entre los países. Por ejemplo, obsérvese en la figura 8 las distribuciones de los datos obtenidos en Nicaragua y en Honduras de los procesos de limpieza del CR para una mismo nivel de 100% de carne limpia. Ambos países explotan la misma unidad de stock o fracción explotable de la población biológica de forma tal que los caracoles deberían ser morfométricamente similares. Sin embargo, el valor de escala del tamaño de los individuos y la dispersión en las distribuciones de frecuencias que se generan en la categoría de carne sucia difiere entre los países (Figura 8) siendo los caracoles capturados en Nicaragua de mayor tamaño que aquéllos capturados por las flotas Hondureñas. Sin embargo, las distribuciones de tamaño del producto 100% limpio cubren el mismo rango de tamaños, lo cual indica la existencia de diferencias en el proceso técnico de llevar a cabo la limpieza para una misma nominación de nivel de limpieza de la carne.

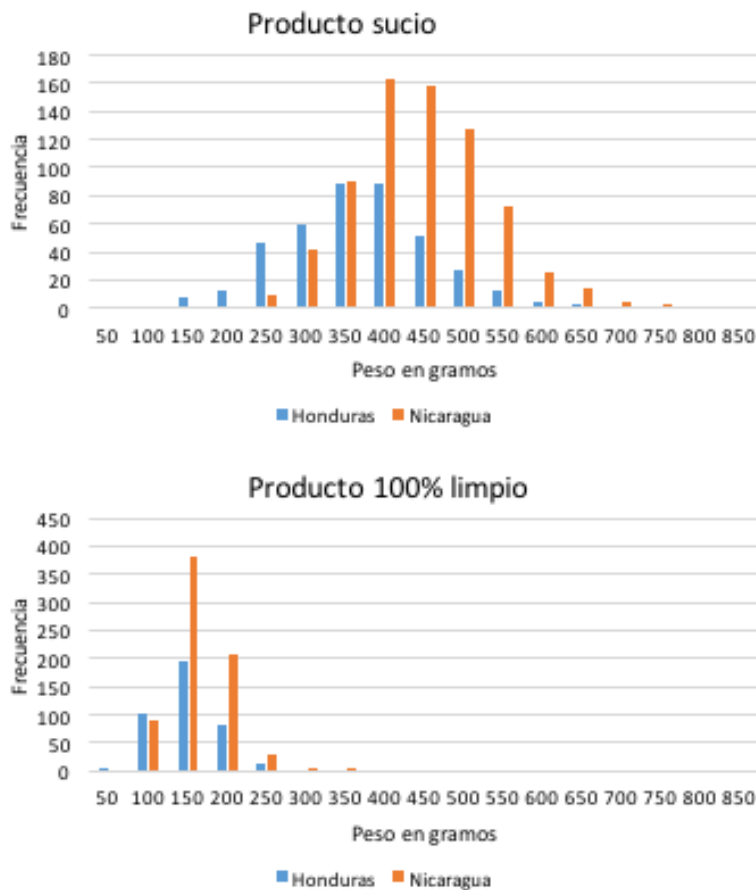


Figura 8. Distribución de frecuencias de los pesos de carne individual sucia y 100% limpia para el CR en Honduras y Nicaragua (Datos desde Ehrhardt y Pérez 2019).

Sin embargo, en los datos anteriores es importante observar que el promedio de la carne sucia en las muestras aleatorias obtenidas en Nicaragua es de 422.05 gramos y 341.67 gramos en Honduras,

mientras que los pesos de la carne 100% limpia en dichas muestras es de 138 gramos y 125.4 gramos, respectivamente. La división entre los “pesos promedio” de las categorías sucio y limpio generan factores de conversión para carne 100% limpia que para Nicaragua es 3.06 y para Honduras 2.73. Demás está decir que existe una necesidad que la limpieza de la carne realizada en las muestras aleatorias para estimar los factores de conversión deban ser realizadas por personas que intervienen en dicho proceso de limpieza en las pesquerías y no por el personal que realiza los muestreos aleatorios ya que pudieran generar muestras limpias muy diferentes a aquéllas que generan las pesquerías.

NOTA IMPORTANTE: Se debe entender por lo tanto que el lavado de la carne de CR aunque se trate de una misma denominación de nivel de limpieza, es específico de lugares y condiciones existentes en cada pesquería. En el ejemplo, los factores de conversión de Nicaragua y de Honduras para el promedio de los productos 100% limpios corresponden a 3.06 y 2.73, respectivamente. Por lo tanto, los factores de conversión puedan llegar a ser significativamente diferentes para una misma categoría o nivel de limpieza que es específico de cada pesquería.

7.2. Marco estadístico conceptual para la estimación de factores de conversión inesgados

Se destaca que los factores de conversión estimados para el CR son valores que resultan de la simple división, según corresponda, entre el promedio del peso individual sucio en la muestra y el peso promedio resultante del nivel de % de limpieza de la carne en la misma muestra, o entre el peso promedio de los individuos enteros o peso vivo (esto es, peso sucio más peso de la concha) en la muestra aleatoria y el peso promedio de la carne sucia en la misma muestra aleatoria. Los factores de conversión obtenidos de esta manera deberían ser aplicados a desembarques originados desde CR con características similares de distribución de tamaño individual de peso sucio a aquéllos utilizados en la estimación de los factores de conversión (Revisar el flujo de adquisición de la información estadística en la figura 7). Tal restricción que es de orden estadístico, también tiene bases biológicas importantes puesto que en el CR existe un “**crecimiento alométrico**” en que el crecimiento de la carne relativo al de la concha **no es proporcional**, y por otro lado, el peso del “desperdicio o merma” resultante del proceso de lavado **no es proporcional** al peso limpio resultante. Lo anterior amerita explicaciones específicas más acabadas que sustenten las condiciones estadísticas de los datos utilizados en las estimaciones de los factores de conversión.

En primer término, el concepto de efecto alométrico del crecimiento sobre los factores de conversión entre pesos sucios y peso vivo se debe a que el CR cuando alcanza la edad de primera madurez (alrededor de los 3 años), el crecimiento en peso del animal comienza incrementarse notablemente debido a que la concha desarrolla el labio y también por un engrosamiento general de las paredes de la concha misma, mientras que el crecimiento del individuo dentro de la concha se detiene muy significativamente debido a la falta de expansión volumétrica de la cavidad de la concha en donde habita (véase la figura 9 que muestra la relación entre los volúmenes de la concha y de la cavidad de la concha del CR). Por lo tanto, por razones de que el crecimiento “**no es directamente proporcional**” entre el peso vivo y el peso sucio de los individuos se tendrá que los factores de conversión para estimar el peso vivo desde el peso sucio varían como función del estado de madurez (o edad) de los CR, el que influye directamente sobre el peso de la concha. Lo

anterior tiene mucha importancia porque se puede dar el caso de desembarques con individuos mayoritariamente compuestos de juveniles y semi adultos (por ejemplo aquéllos generados en pesquerías artesanales desde zonas más someras preferidas por los juveniles de CR) a los cuales se le pudiera aplicar erróneamente un factor de conversión correspondiente a individuos adultos (por ejemplo aquéllos que se encuentran en desembarques de pesquerías industriales que operan en áreas más profundas que pudieran ser preferidas por los adultos de CR) o viceversa. Todo lo anterior podría generar sesgos significativos en la estimación de los desembarques en peso vivo.

En segundo término, la biomasa individual de los CR que no es aprovechable para consumo humano y que tiene relación fundamentalmente a vísceras y piel crece en peso de una forma también alométrica no proporcional relativo al crecimiento en peso del musculo limpio que conforma la porción de carne utilizable que entra a los mercados. En este caso las consideraciones estadísticas en la estimación de los desembarques son similares a las mencionadas en el párrafo anterior, sin embargo, las diferencias en los factores de conversión son de menor envergadura y se discutirá en párrafos siguientes.

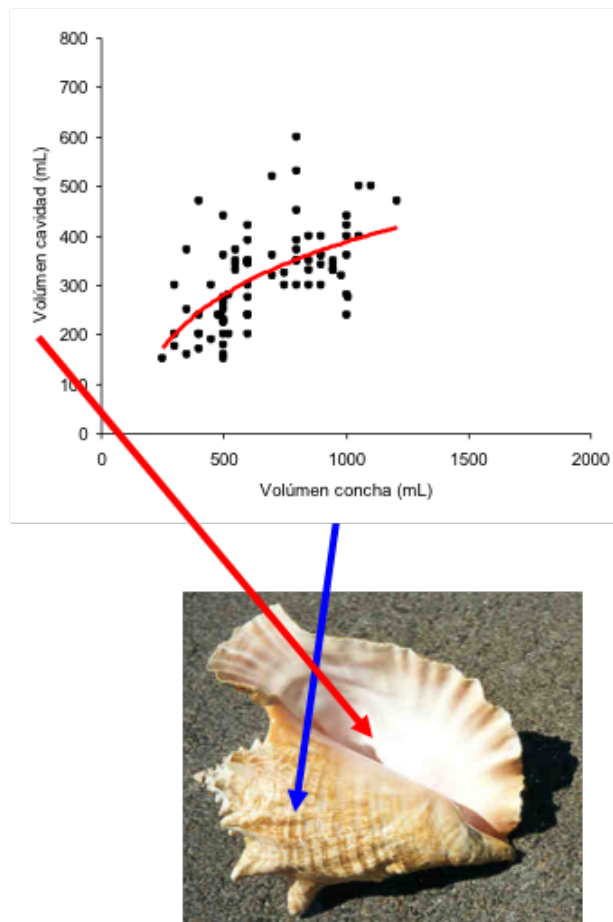


Figura 9. Relación del volumen de la concha y el volumen de la cavidad de la concha del Caracol Rosado (Ehrhardt y Romero 2010).

Los grupos de trabajo de CR se han referido al hecho que los factores de conversión estimados como el promedio de peso sucio dividido por el promedio del peso limpio, y el promedio del peso

en vivo dividido por el promedio peso sucio, podrían variar con el estado de explotación del recurso. Lo anterior es entendible puesto que es consecuencia de la disminución a causa de la explotación de los individuos de talla mayor y por tanto los factores de conversión debieran ser re-estimados cada cierto tiempo (se ha sugerido de 3 a 4 años) de forma tal de integrar muestras con nueva información morfométrica congruente con la disminución del número de individuos de mayor talla y peso observado en las capturas. Esta situación vendría a introducir nuevas inversiones de tiempo y financiamientos que en general no se encuentran inmediatamente disponibles en las oficinas de pesca responsables de las estadísticas de pesca.

NOTA IMPORTANTE. En este Modulo de entrenamiento se ofrece una alternativa analítica que evitaría el proceso de re-estimación de los factores de conversión. El algoritmo consiste en los siguientes pasos:

1. Desde las muestras aleatorias que deberían existir para el último cálculo realizado de los factores de conversión, se deberían tener pesos con un % de limpieza de la carne y los correspondientes pesos sucio y vivo individuales para un rango regresional amplio que incluye el rango de tallas que caracterizan la estructura de tallas de la población biológica en el estado actual de explotación.

2. Ajustar regresiones lineales, una correspondiente al peso sucio como función del peso para un % de la carne limpia y la otra entre el peso vivo como función del peso sucio.

3. Se debe obtener una muestra aleatoria de los individuos desembarcados con algún nivel de limpieza y medir el peso individual del producto procesado. Calcular con la información obtenida de la muestra el peso promedio de los individuos desembarcados con un nivel de % de limpieza dado.

4. Estimar el peso promedio de la carne sucia desde la regresión de carne sucia como función del peso promedio de la carne limpia que fuera estimado desde la muestra aleatoria del punto 3.

5. Estimar el promedio del peso vivo haciendo uso de una regresión lineal de peso vivo como función del peso sucio utilizando el peso sucio promedio estimado en el paso 4.

6. Estimar los factores de conversión para peso sucio mediante la división del peso sucio promedio estimado en el paso 4 por el promedio de peso limpio utilizado también en el punto 4. Por otra parte, el factor de conversión para peso vivo resulta de la división del peso vivo estimado en el paso 5 por el peso sucio estimado en el paso 4.

Este proceso de estimación es insesgado con referencia a los efectos de la explotación sobre la disminución de los individuos de talla mayor puesto que las regresiones son de orden morfométrico (esto es, portan las características de la biología de la especie) y que es válido para todo el rango de tallas que se usa en los ajustes regresionales. Se recalca que dicha posibilidad existe solo si los rangos regresionales son aquéllos correspondientes a los rangos de tamaños observados en un estado inicial de explotación utilizado como referencia.

A modo de ejemplo, se utiliza aquí la información estadística existente de pesos 100% limpios y sucios de Honduras y Nicaragua que se presentaran en forma de histogramas de frecuencias de pesos individuales en la figura 8 pero ahora graficada de manera funcional en la figura 10. Las ecuaciones correspondientes a las rectas ajustadas a los puntos observados en la última figura se expresan abajo con nombres correspondientes a las variables

$$DCS_{100\%} = 2.2789 * DCL_{100\%} + 107.5 \text{ (Nicaragua)}$$

$$DCS_{100\%} = 2.1413 * DCL_{100\%} + 73.20 \text{ (Honduras)}$$

Donde DCS% = Desembarque Carne Sucia para un porcentaje de carne limpia dada
DCL% = Desembarque Carne Limpia para un porcentaje de carne limpia dada

Las ecuaciones anteriores son estadísticamente válidas para estimar pesos de carne sucia a partir de un rango aproximado de pesos entre 50 y 250 gramos de carne 100% limpia que corresponde aproximadamente al rango de datos observados para desembarques de carne limpia (DCL) en la muestra aleatoria experimental. De esta manera, si suponemos que una muestra de tallas desde un desembarque con carne 100% limpia en Honduras tuvo un promedio de 250 gramos, el valor estimado de carne sucia equivalente desde la regresión correspondiente dada más arriba sería igual a $2.1413 * 250 + 73.20 = 608.53$ por lo que el factor de conversión para dicho promedio de carne 100% limpia sería de $608.53 / 250 = 2.43$. Si la muestra de pesos del desembarque hubiera tenido un valor promedio de 100 gramos de la carne 100% limpia, el peso de carne sucia equivalente sería según la misma regresión que la usada anteriormente, $2.1413 * 100 + 73.20 = 287.33$ por lo que el factor de conversión para tal desembarque sería de $287.33 / 100 = 2.873$, el cual es 18.21% ($= (2.873 - 2.43) * 100 / 2.43$) mayor que el factor de conversión 2.43 obtenido para el desembarque con individuos con un peso promedio de 250 gramos de peso 100% limpio.

Aplicando las mismas ecuaciones anteriores al caso de Nicaragua daría lo siguiente: para 250 gramos de carne limpia 100% el peso sucio equivalente es $2.2789 * 250 + 107.5 = 677.225$ gramos dando un factor de conversión de 2.7089 ($= 677.225 / 250$), y para el caso de 100 gramos de carne 100% limpia $2.2789 * 100 + 107.5 = 335.39$ dando un factor de conversión de 3.3539. En este caso la diferencia porcentual entre los factores de conversión según tamaños sería de 23.81% ($= (3.3539 - 2.7089) * 100 / 2.7089$). Parámetros de regresiones similares en otros países se dan en Apéndice IV.

NOTA IMPORTANTE: Del ejemplo anterior se desprende que hacer uso de factores de conversión para desembarques de carne con un % de limpieza sin tener en cuenta el rango de tamaños de los CR que se desembarcaron puede significar diferencias porcentuales significativas en las estimaciones de carne sucia correspondientes a cada desembarque. Esta connotación tiene mayor validez cuando existen pesquerías en que distintamente barcos capturan CR en diferentes bancos de pesca presentando estratificaciones de juveniles y adultos y también en aquellos casos en que los desembarques realizados desde bancos de pesca con diferentes niveles de explotación histórica.

Pasemos ahora a realizar un análisis similar al anterior pero con referencia a factores de conversión referidos para estimar desembarques en peso vivo a partir de los pesos estimados para los desembarques en carne sucia equivalente. Para ello hacemos uso de las regresiones lineales que se

observan en la figura 11 y Apéndice IV para los casos de Nicaragua y Honduras que analizamos, y que se dan como:

$$DCPV_{\text{peso vivo}} = 3.3475 * DCS_{\text{peso sucio}} + 862.68 \text{ (Nicaragua)}$$

$$DCPV_{\text{peso vivo}} = 3.3174 * DCS_{\text{peso sucio}} + 789.87 \text{ (Honduras)}$$

Donde $DCS_{\text{peso sucio}}$ = Desembarque en Peso Vivo desde desembarques de carne sucia dada
 $DCPV_{\text{peso vivo}}$ = Desembarque Carne Sucia desde un porcentaje de carne limpia dada

Las ecuaciones anteriores son estadísticamente válidas para estimar pesos vivos a partir de un rango aproximado de pesos sucios entre 100 y 700 gramos. A modo de ejemplo supongamos que desde una muestra de tallas en peso extraída de un desembarque con carne 100% limpia en Honduras dio como resultado de su expansión hasta nivel de carne sucia que promedió 200 gramos (nótese que dicho valor se debió obtener mediante el factor de conversión de carne 100% limpia a carne sucia usando las regresiones correspondientes a tal conversión). El valor estimado de peso vivo para un nivel de carne sucia de 200 gramos se obtiene desde la regresión correspondiente dada más arriba para el caso de Nicaragua $3.3475*200+862.68 = 1,532.18$ por lo que el factor de conversión para dicho promedio de carne sucia sería de $1,532.18/200 = 7.66$. Si la muestra de pesos del desembarque hubiera tenido un valor promedio de 600 gramos de la carne sucia, el peso vivo equivalente sería según la misma regresión que la usada anteriormente $3.3475*600+862.68 = 2,871.18$ por lo que el factor de conversión para tal desembarque sería de $2,871.18/600 = 4.79$.

Aplicando las mismas ecuaciones correspondientes al caso de Honduras daría lo siguiente: para 200 gramos de carne sucia equivalente $3.3174*200+789.87 = 1,453.35$ gramos dando un factor de conversión de 7.27 ($=1,453.35/200$), y para el caso de 600 gramos de carne sucia $3.3174*600+789.87 = 2,780.31$ dando un factor de conversión de 4.63 ($=2,780.31/600$).

NOTA IMPORTANTE: La situación creada por la falta de proporcionalidad entre los diferentes tipos de pesos individuales, hace que los factores de conversión que se requieren para realizar las estimaciones de los desembarques en pesos sucio y vivo equivalentes tengan relación con los tamaños individuales de CR desembarcados. Esto obliga a que los factores de conversión deban estimarse periódicamente por cuestiones de cambios en las distribuciones de tallas por efectos de la explotación de los efectivos de CR en los diferentes bancos de pesca. Se observa aquí que tal situación pudiera crear impases de orden financiero e institucional para ajustar los factores de conversión según se estime que pudieran haber sufrido cambios por consecuencias de una explotación que no siempre es posible definir. Por lo tanto, se sugiere el uso de modelos de regresión que permitan la generación de nuevos factores de expansión según sea requerido por observaciones de los promedios de la carne limpia que se desembarca. Con tal promedio es posible utilizar regresiones basadas en la morfometría de los CR procesados para así conseguir una solución mas efectiva de la dinámica de cambio que pudiera observarse en dichos factores como consecuencia de la explotación.

En el Apéndice IV se presenta una lista de regresiones estimadas para pesos limpios, sucio y vivo para países que aportaron información para las evaluaciones realizadas de los factores de conversión según Ehrhardt y Pérez (2019).

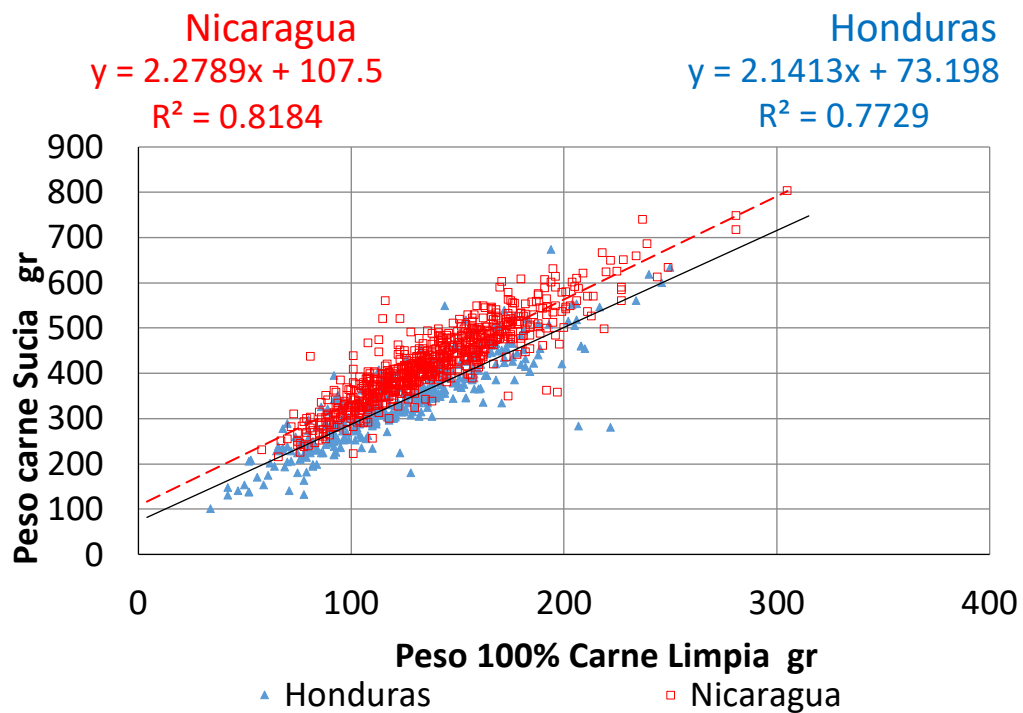


Figura 10. Regresiones lineales del peso de la carne sucia como función del peso de carne 100% limpia para CR en Honduras y Nicaragua (Datos desde Ehrhardt y Pérez 2019).

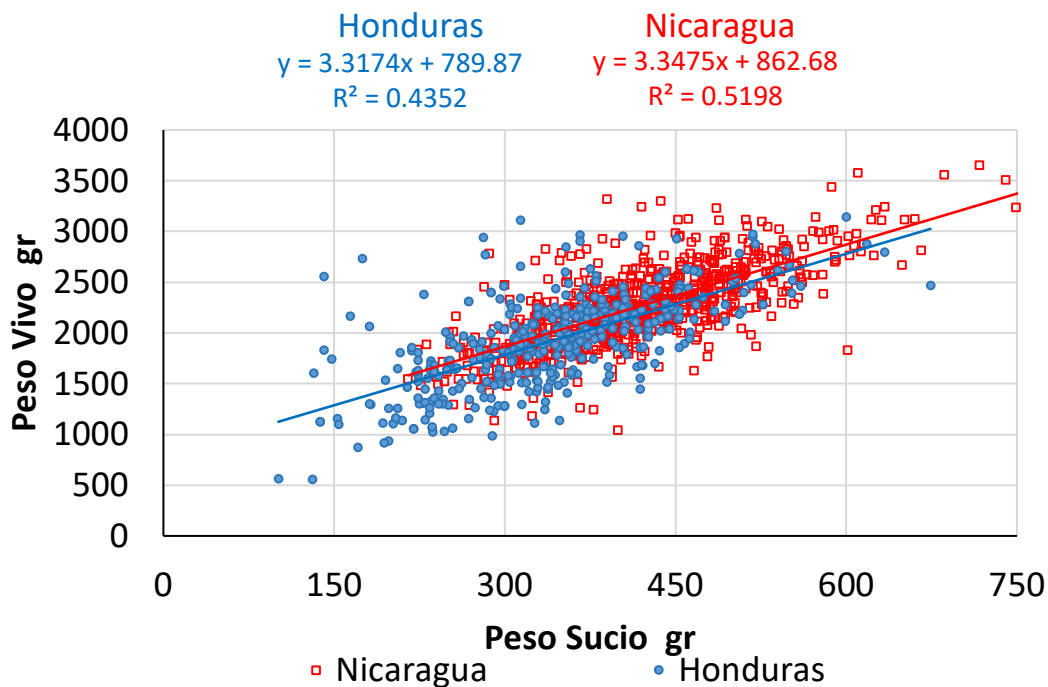


Figura 11. Regresiones lineales del peso vivo como función del peso de la carne sucia para CR en Honduras y Nicaragua (Datos desde Ehrhardt y Pérez 2019).

8. Componente 3 – “El Cómo” - - Ejemplos desarrollados

En este componente se desarrollan y/o amplían ejemplos que permitan un mejor entendimiento de los conceptos y métodos que se han explicado en los dos Componentes anteriores. Para ello será necesario explicar algunas herramientas de cálculo estadístico que pudieran ser útiles en el desempeño de la obtención de muestras aleatorias. Para ello en la sección 8.1 se identifican algunas funciones de Excel las cuales se encuentran explicadas y utilizadas en un ejemplo en un archivo Excel independiente denominado “Selección de muestras aleatorias” que se encuentra archivado en el mismo archivo raíz en donde se encontró este Módulo de entrenamiento. Por otra parte, los ejemplos sobre estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca en las pesquerías industriales se desarrollan en la sección 8.2. y lo referente a las pesquerías artesanales en la sección 8.3.

8.1. Selección de muestras aleatorias

Un aspecto importante y fundamental en el desarrollo de los procesos de estimación de parámetros de poblaciones estadísticas es la capacidad de elegir muestras de forma aleatoria o al azar. Aquí revisaremos de forma simple un método (entre muchos otros que pudieran aplicarse) que podría ser utilizado mediante aplicaciones en Excel. Para ello haremos uso de las capacidades computacionales y de cálculo utilizando las funciones RANDBETWEEN() y VLOOKUP() incluidas en Excel. Para aquellos usuarios que poseen el programa Excel en Castellano dichas funciones se identifican como ALEATORIO.ENTRE() y BUSCARV(). Aquí se dará una breve explicación del propósito y uso de las funciones mencionadas, sin embargo, en un archivo Excel adjunto a este modulo que se denomina “Selección muestras aleatorias.XLSX” se entrega el ejemplo completo.

La función RANDBETWEEN() selecciona números al azar que se encuentran en un rango de celdas ya sea en una columna o en una corrida dentro de una pagina de Excel. En el diagrama de una hoja de Excel que se observa más abajo se muestran los resultados de un censo de pesquerías artesanales en que se encontraron 16 localidades en que se realizan desembarques de QC y también se anotó el número de embarcaciones que se dedican a la pesca de QC en cada una de las localidades. Dicha información se encuentra tabulada en las celdas B3 a la B18 y celdas C3 a la C18 del diagrama de la página Excel. Se desea seleccionar al azar 3 de las 16 localidades y sus embarcaciones. Para ello debemos entrar un índice correlativo de las 16 localidades en las celdas A3 a la A18. Luego en la celda D3 escribimos =RANDBETWEEN(A\$3,A\$18) con lo cual la función va a seleccionar al azar uno de los índices en la posición A3 a la A18 y lo colocará en la celda D3. Luego se debe copiar esta celda hacia abajo hasta la celda D8 de forma tal que la función seleccione las tres localidades con reemplazo y las indique en las celdas D3 a la D5, respectivas. La formulación en la celda D3 se puede copiar hacia abajo porque en el argumento de la función se ha “anclado el rango de celdas con los índices de referencia en la columna A mediante el uso del signo \$ antes de la corrida que se indica”.

Hasta ahora solo se ha seleccionado aleatoriamente el índice que corresponde a una localidad y sus embarcaciones. La función VLOOKUP() se utiliza para seleccionar las localidades y embarcaciones que corresponden al índice seleccionado al azar. Hay dos tipos de funciones LOOKUP según los datos se encuentren en columnas en cuyo caso la función será VLOOKUP() donde V viene de Vertical, y la función HLOOKUP() cuando la información está en corridas (H de Horizontal). La función que deseamos en este caso debe seleccionar la información que se

encontraba en la la columna paralela a la de los índices y exactamente en la celda correspondiente al valor del índice seleccionado al azar. Para ello escribimos en la celda E3 la siguiente función:

=VLOOKUP(D3,\$A\$3:\$C\$19,2,FALSE)

en donde los argumentos de la función son D3 en el que lee el índice al azar seleccionado por la función RANDBETWEEN() que se encuentra en dicha celda, y luego ubica en la matriz de valores entre la celda A3 y la C19 cual es el valor que se encuentra en la segunda columna (indicado por el número 2 en el argumento) después del índice identificado al azar en D3. Supongamos que en la celda D3 se hubiera encontrado al azar el índice 15, entonces en la celda inmediatamente a la derecha del índice 15 en la celda A17 se encuentra en la celda B17 que corresponde a la localidad O que la escribirá en la celda E3. El término FALSE es un parámetro que indica que el valor del índice que buscará en la columna A es EXACTO y por supuesto equivalente al número del índice seleccionado al azar que está en la celda D3. Luego se copia hacia abajo la función para obtener las localidades correspondientes a los otros índices seleccionados al azar que están en D4 y D5.

El número de embarcaciones correspondientes a los índices y localidades seleccionadas al azar se obtienen con una función VLOOKUP() similar a la anterior excepto que en esta ocasión se necesita ubicar los números de embarcaciones que están en la tercera columna después del índice y por lo tanto se expresa con un número 3 en la tercera posición de los argumentos de la función. Esta función está escrita en la celda E3 del diagrama y está descrita como:

=VLOOKUP(D3,\$A\$3:\$C\$19,3,FALSE)

Luego la formulación se copia a las celdas E4 y E5 para completar la información de las tres localidades seleccionadas al azar.

	B	C	D	E	F
1	Resultados del Censo		Índice	Muestra Aleatoria	Muestra Aleatoria
2	Localidad	Embarcaciones	Aleatorio	Localidades	Embarcaciones
3	A	7	=RANDBETWEEN(A\$3,A\$18)	=VLOOKUP(D3,\$A\$3:\$C\$19,2,FALSE)	=VLOOKUP(D3,\$A\$3:\$C\$19,3,FALSE)
4	B	12	=RANDBETWEEN(A\$3,A\$18)	=VLOOKUP(D4,\$A\$3:\$C\$19,2,FALSE)	=VLOOKUP(D4,\$A\$3:\$C\$19,3,FALSE)
5	C	9	=RANDBETWEEN(A\$3,A\$18)	=VLOOKUP(D5,\$A\$3:\$C\$19,2,FALSE)	=VLOOKUP(D5,\$A\$3:\$C\$19,3,FALSE)
6	D	10			
7	E	14			
8	F	8			
9	G	3			
10	H	9			
11	I	16			
12	J	11			
13	K	4			
14	L	6			
15	M	9			
16	N	5			
17	O	3			
18	P	17			
19					

El resultado que se da a continuación muestra:

	A	B	C	D	E	F
1	Resultados del Censo		Indice	Muestra Aleatoria	Muestra Aleatoria	
2	Indice	Localidad	Embarcaciones	Aleatorio	Localidades	Embarcaciones
3	1	A	7	4	D	10
4	2	B	12	13	M	9
5	3	C	9	15	O	3
6	4	D	10			
7	5	E	14			
8	6	F	8			
9	7	G	3			
10	8	H	9			
11	9	I	16			
12	10	J	11			
13	11	K	4			
14	12	L	6			
15	13	M	9			
16	14	N	5			
17	15	O	3			
18	16	P	17			
--						

1. selección aleatoria de los índices 4,13 y 15 en la columna D.
2. Localidades D, M y O en columna E han sido identificadas con los índices seleccionados en D de la columna A.
3. En la columna E está el número de embarcaciones asociadas a cada localidad.

8.2. Estimación de los desembarques en peso sucio y peso vivo en las pesquerías industriales

Supongamos el siguiente ejemplo: Existe una flota de cinco embarcaciones industriales que tienen un puerto base común designado como C (ver Figura 12) y que geográficamente tienen acceso a dos bancos de pesca tradicionales de CR designados como A y B (Figura 12). Cuatro de las embarcaciones visitan ambos bancos de pesca durante los viajes de pesca realizados en un mes determinado, mientras que un barco (Barco 5 en la figura 12) realiza todas sus operaciones de pesca solo en el banco A. Las trayectorias obtenidas desde archivos de monitoreo satelital se observan en la figura 12 por las líneas descriptivas de las trayectorias de los derroteros de navegación seguidas por cada barco. Al llegar a puerto y descargar los capitanes deberían recibir una constancia de entrega de productos desembarcados en las diferentes plantas. En este ejemplo, se supone que todos los productos desembarcados tienen por convenio entre operadores de pesca y procesadores de productos un nivel de 85% de la carne limpia. Los desembarques registrados por embarcación consisten en:

	<i>Desembarque (lb 85% limpio)</i>	<i>Duración del Viaje (días)</i>
<i>Barco 1</i>	<i>16,345</i>	<i>14</i>
<i>Barco 2</i>	<i>19,409</i>	<i>14</i>
<i>Barco 3</i>	<i>18,534</i>	<i>14</i>
<i>Barco 4</i>	<i>17,912</i>	<i>13</i>
<i>Barco 5</i>	<i>8,392</i>	<i>9</i>

Las estadísticas anteriores corresponden a desembarques de un viaje de pesca por cada embarcación durante un mes específico y no tienen otra característica que pueda indicar atributos estadísticos adicionales sobre origen que pudieran servir para la elaboración de rendimientos de pesca más refinados como por ejemplo dados por bancos de pesca.

El esfuerzo de pesca de las embarcaciones de la flota industrial debe ser definido dependiendo del uso final que se desee dar a las estadísticas de pesca. Si se desea mantener un banco de datos solo para reportar las capturas realizadas, entonces solo bastará la anotación de las capturas por embarcación según se describió en los párrafos anteriores. Sin embargo, si se tiene un sistema estadístico que incluye información válida para la evaluación de los recursos de CR, tal como la

captura por unidad de esfuerzo que es un índice de la abundancia relativa de los recursos pesqueros, entonces será necesario **estratificar la información de captura y esfuerzo de pesca según bancos de pesca**. Lo anterior debería ser necesario en las pesquerías de caracol puesto que la productividad del CR tiene una identidad geográfica del crecimiento asociado a la ecología de cada banco de pesca. Si este fuera el caso, el esfuerzo de pesca necesita ser definido con mayor detalle espacial que aquel observado en estadísticas de esfuerzo con características más genéricas (esto es, menos explicativo) como son el esfuerzo medido en unidades de viajes de pesca o días de pesca.

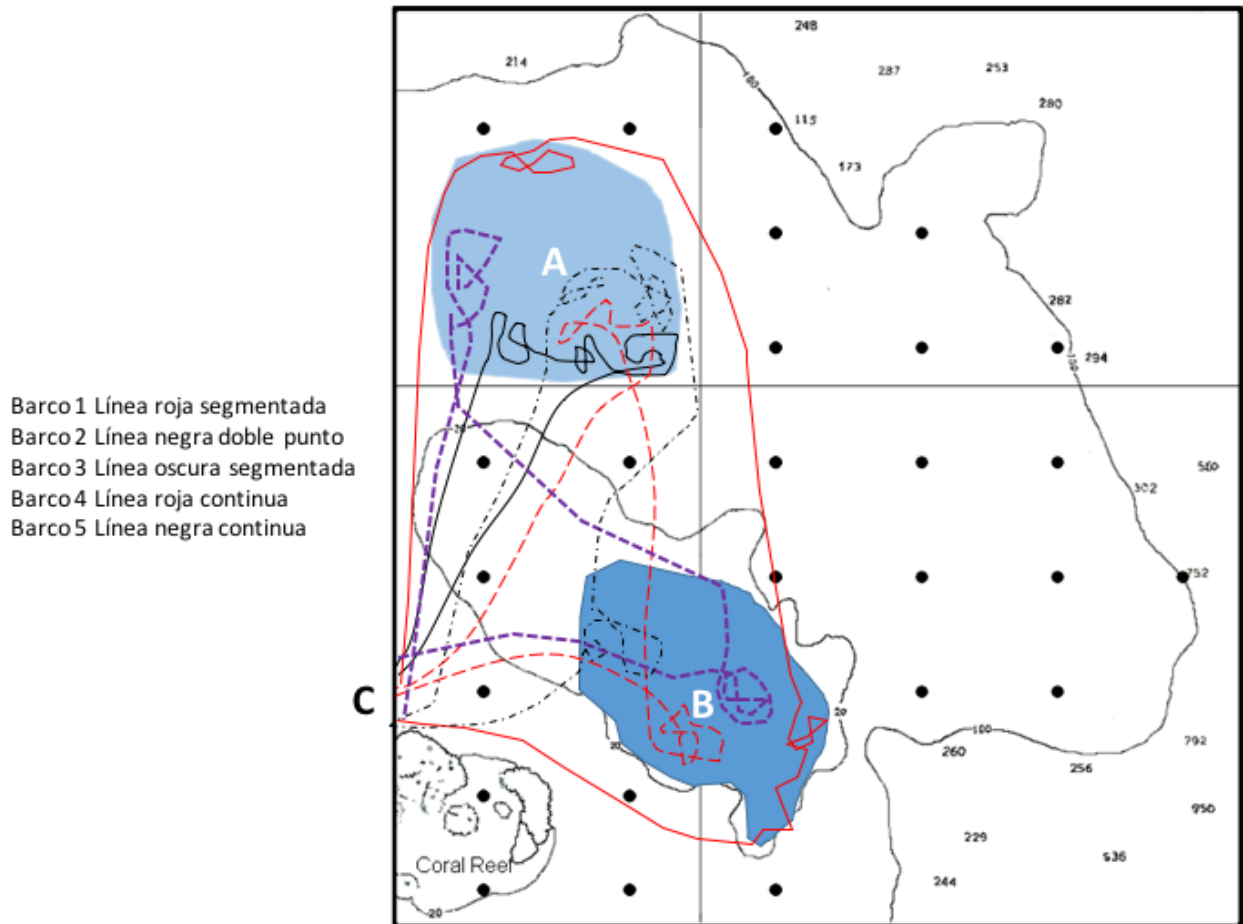
Adicionalmente, la determinación del **esfuerzo efectivo de pesca** de la flota industrial debiera ser determinado con una precisión adicional considerando el **poder de pesca diferencial de las embarcaciones industriales**. El poder de pesca es indicativo de las diferencias técnicas de las embarcaciones y cantidad de sistemas de pesca que puedan operar por unidad de tiempo las que crean diferencias en la cantidad de captura que genera una embarcación por unidad de tiempo relativo de pesca. El poder de pesca de las embarcaciones industriales de CR está fundamentalmente determinado por el número de buzos que operan por unidad de tiempo (usualmente horas) efectivo de pesca. Dicha capacidad de operación está definida por el número de cayucos que la embarcación puede llevar a bordo, la capacidad abordo de dar alojamiento y alimentación a buzos y cayuqueros y el número y capacidad de los compresores para llenar tanques de aire comprimido para el buceo. De esta manera, las unidades de esfuerzo que mejor describen el proceso de mortalidad de pesca del CR generada por embarcaciones industriales son aquéllas que integran la **cantidad total de horas efectivas de buceo** destinadas a la captura de CR.

NOTA IMPORTANTE: Las horas efectivas totales de buceo durante un viaje de pesca deberían corresponder al producto del número de inmersiones diarias por buzo veces el tiempo promedio de buceo por inmersión veces el número de buzos que operan en la embarcación veces el número de días de pesca efectivos en cada viaje de pesca de cada embarcación de la flota. La información estadística anterior es muy difícil sino imposible de conseguir de forma rutinaria debido a la complejidad y cantidad de las operaciones de pesca por buceo cuando las embarcaciones industriales pudieran llevar entre 30 y 50 buzos realizando 2 a 3 inmersiones por día de pesca en 7 o más días de pesca. Si bien el tiempo de buceo por inmersión pudiera medirse indirectamente por el número de tanques de aire utilizados por los buzos, existe la complicación adicional de que los tiempos de inmersión son función de la profundidad a que se realiza cada inmersión. Sin embargo, es importante en este entrenamiento tener conocimiento exacto de que es lo que se requiere y que es lo que se puede obtener de estadísticas de pesca con los medios que se tengan para ello.

En el ejemplo que se aporta en la figura 12 se puede identificar desde las trayectorias de monitoreo satelital que las embarcaciones operan en localidades diferentes dentro de cada banco de pesca. Las localidades pueden ser definidas directamente y con relativa facilidad desde las características de las trayectorias de la navegación. Según lo mostrado en la figura 4, durante las operaciones de pesca los buzos son bajados de la embarcación a los cayucos y la embarcación realiza operaciones en áreas reducidas en donde distribuye los cayucos con sus buzos. Terminadas las operaciones de “una bajada o inmersión”, la embarcación madre se traslada a nuevas áreas de pesca dentro de un mismo banco o fuera de él.

Información adicional que pudiera servir para definir unidades de esfuerzo más detalladas en las pesquerías industriales de CR se puede encontrar en las fechas y horas en que ocurren las

identificaciones de las localidades de pesca detectadas en los seguimientos satelitales y por las fechas y horas en las anotaciones de bitácora realizadas a bordo por el capitán y sus ayudantes. Se comprende entonces que es posible tener una cantidad muy importante de información estadística que permitiría determinar el número de buzos que participan en cada “lugar de bajada o inmersión”, la captura que obtuvo en cada lugar, y posiblemente el tiempo que duró cada bajada.



Hasta ahora hemos identificado como **tiempo de pesca** aquel que efectivamente invierten los buzos en búsqueda de CR. Sin embargo, existe un tiempo de ubicación de caladeros apropiados dentro y entre de los bancos de pesca que es en donde se realizan las “bajadas o inmersiones”. Dicho tiempo puede, y en muchas ocasiones debe, ser incluido en la contabilidad del esfuerzo de pesca. Esto último es importante de considerar porque a medida que disminuye la abundancia del recurso debido a la explotación, mayor será el tiempo de búsqueda y también así menor la captura por unidad de tiempo de inmersión. Esas dos unidades de medición de esfuerzo de pesca son importantes en el momento que se quisiera evaluar el estado de explotación del recurso. Ciertamente que toda la información de tiempo de búsqueda puede ser extraída de la información sobre los derroteros de navegación que están incluidos en los archivos de seguimiento satelital

disponibles en las oficinas de pesca. También es posible detectar el incremento progresivo de tiempo de búsqueda por el número de inmersiones por día el cual debería disminuir concomitantemente.

Siguiendo con el ejemplo de las cinco embarcaciones, ahora nos referiremos a la utilización de información mas detallada con dos propósitos adicionales:

1. *Estimar los pesos de la carne sucia y peso vivo de los desembarques usados en el ejemplo y haciendo uso de los factores de conversión presentados por Ehrhardt y Pérez (2019) dados en el Apéndice II, y*

2. *Se considerará la situación cuando existe posibilidades de obtener detalles estadísticos sobre el origen de los desembarques en lo referente a bancos de pesca. Adicionalmente, se incorpora la condición de tener acceso a las características de frecuencias de peso de las piezas de carne con un nivel de 85% de limpieza declarado en los desembarques con el propósito de demostrar el efecto de tamaño sobre los factores de conversión utilizados.*

Los ejemplos han sido desarrollados utilizando datos originales desde operaciones de pesca llevadas a cabo en Honduras pero seleccionadas y adaptados para los propósitos de estos ejemplos.

8.2.1. Estimación de pesos con designación de sucio y vivo sin distinción de origen del producto

En el Componente 2 de este Módulo de entrenamiento se explicaron los métodos estadísticos para la estimación de factores de conversión para la obtención de pesos sucio y vivo del CR. Aquí se hará uso de los estimados aportados por Ehrhardt y Pérez (2019) que han sido resumidos y tabulados en el Apéndice II. El factor de conversión basado en promedios para carne 85% limpia y peso promedio de la carne sucia para el caso de Honduras que nos ocupa en el ejemplo, es 2,41 y el factor de conversión del promedio de carne sucia al promedio de peso vivo en el mismo país es de 5,63. De esta manera, los desembarques con 85% de carne limpia presentados anteriormente se transformarán en unidades de carne sucia y peso vivo siguiendo las ecuaciones definidas para la situación de “sin descripción de bancos de pesca” dadas anteriormente como: **Ecuaciones 1 Para desembarques por viaje de pesca sin separación de bancos de pesca.** Estas son:

$$DCS_{\%} = \text{Desembarque}_{\% \text{Carne limpia}} * \text{Factor de Conversión}_{\% \text{Carne limpia}}$$

y

$$DCPV_{\%} = DCS_{\%} * \text{Factor de Conversión}_{\text{Concha}}$$

Los valores resultantes de los desembarques 85% limpios, y los pesos equivalentes en sucios y vivos son simplemente el producto de los desembarques del nivel porcentual de limpieza por el factor de conversión correspondiente al mismo nivel de limpieza y para el mismo lugar de desembarque. Dichos valores son:

	<u>Desembarque</u> lb 85% limpio	<u>DCS</u> lb peso sucio	<u>DCPV</u> lb peso vivo
Barco 1	16,345	39.392 (=16.345*2,41)	221.774 (=39.392*5,63)
Barco 2	19,409	46.776 (=19.409*2,41)	263.347 (=46.776*5,63)
Barco 3	18,534	44.667 (=18.534*2,41)	251.475 (=44.667*5,63)
Barco 4	17,912	43.168 (=17.912*2,41)	243.035 (=43.168*5,63)
Barco 5	8,392	20.225 (= 8.392*2,41)	113.867 (=20.225*5,63)

NOTA IMPORTANTE: Se destaca aquí una vez más el hecho que las expansiones a pesos sucio y vivo de desembarques corresponden a una condición que no tiene referencia a bancos de pesca, ni diferencia en factores de condición por razón del tamaño que pudieran haber tenido los individuos desembarcados. Vale decir, los factores de conversión suponen que se originan en poblaciones estadísticas similares desde las que se originan los desembarques.

8.2.2. Estimación de pesos con designación de sucio y vivo con distinción de origen del producto

En el ejemplo elegido para este caso se supone que personal de una oficina de pesca realizó los siguientes protocolos para la consecución de la información más específica que se requiere para la discriminación de desembarques de CR según bancos de pesca:

1. Se debió haber revisado la trayectoria de las embarcaciones en los registros de seguimiento satelital existentes en las oficinas de pesca. Se han identificado los barcos que estaban operando con fechas y posiciones geográficas, y se determinó la fecha de llegada a puerto de las embarcaciones así observadas. Si no se hubiera tenido acceso o no se opera con servicios de seguimiento satelital, las oficinas de pesca deberían haber consultado con los operadores de las embarcaciones acerca de qué barcos están pescando y cuando arriban a puerto.

2. Se debió haber asignado una persona para que se hiciera presente a bordo de la embarcación al tiempo de su arribo a puerto de forma tal de poder entrevistar brevemente al capitán y solicitar la bitácora con las anotaciones de los sucesos de pesca durante este viaje de pesca. Posiblemente pudo haber aprovechado de hacer preguntas sobre problemas encontrados con la información estadística bajada de la misma bitácora pero en oportunidades anteriores en que se interceptara al mismo barco y capitán.

3. Se debió alistar el material para bajar la información de la bitácora. En este caso lo más práctico y eficiente es sacar fotos de las páginas con anotaciones y enviarlas como archivo adjunto a un correo electrónico oficial de la oficina de pesca vía internet.

4. La información de las bitácoras debió ser digitalizada en la oficina de pesca y almacenado en registros que debieron seguir protocolos establecidos previamente.

Los análisis que se deben realizar a continuación suponen que la información se ha generado siguiendo un proceso aproximadamente similar que el dado en los pasos descritos anteriormente. En primer término se deberá realizar una revisión cuidadosa del contenido y características de la información que debe ser analizada.

NOTA IMPORTANTE: Para el ejemplo que se describe a continuación debe seguir atentamente las descripciones que se dan en la figura 12 y su significado que se usan como referencia.

En la figura 12 se observa que el Barco 5, identificado con una línea negra continua, salió del puerto base C y se dirigió al banco de pesca A en donde realizó todas las operaciones de pesca durante ese viaje y mes. Este conocimiento deriva de la revisión del flujo de las trayectorias de las

embarcaciones (esto es los derroteros) obtenidas desde los mapas del seguimiento satelital de todas las embarcaciones que se analizan para la definición de las características del origen de los desembarques. Se observa también que los cuatro barcos restantes operaron en ambos bancos de pesca A y B durante el mismo viaje y mes. Como consecuencia de lo anterior, los cálculos de desembarques expandidos a carne sucia y peso vivo deberán utilizar las ecuaciones dadas anteriormente como **Ecuaciones 2 Para desembarques por viaje de pesca con separación de bancos de pesca:**

$$DCS_{\%banco\ pesca} = Desembarque_{\%Carne\ limpia,banco\ pesca} * Factor\ de\ Conversión_{\%Carne\ limpia}$$

y

$$DCPV_{\%banco\ pesca} = DCS_{\%banco\ pesca} * Factor\ de\ Conversión_{Concha}$$

La información sobre los procesos y resultados de la pesca recabada desde las anotaciones de los capitanes y que debieron haber sido digitalizadas en las oficinas de pesca deberían tener un contenido y formato aproximadamente como el que se presenta en el Apéndice III, que representan datos reales obtenidos de la manera y formas descritas hasta aquí. Desde aquellos datos se aprecia que se realizaron operaciones de pesca significativamente diferentes en cuanto se refiere al esfuerzo de pesca. Se observa, por ejemplo, que el número de bajadas de buzos por día de pesca (cada línea en el Apéndice III) varió entre los barcos y dentro de cada barco (esto es, dos a tres salidas diarias) mientras que el número efectivo de días totales de pesca fue muy similar en los barcos que operaron en los dos bancos y que fue de 10 días para los barcos 1, 2 y 3, y de 9 días para el barco 4. En el caso del barco 5 operó 8 días en un solo banco de pesca. Dichos tiempos estarían definidos en gran parte por la capacidad de buceo de la tripulación de pescadores, el avituallamiento para mantener tripulaciones tan numerosas, y la carga acumulada del producto de la pesca que justifica económicamente cada uno de los viajes de pesca.

Como resultado de haber obtenido información más específica de las operaciones de pesca de cada embarcación, se observa en la Tabla 2 que los desembarques por banco de pesca fueron muy disimilares lo que implicaría que la productividad de los efectivos de pesca y su explotación pudieran ser muy desiguales entre bancos de pesca y que por lo tanto ameritaría una atención más rigurosa del manejo de la especie protegida.

Un aspecto importante en este ejercicio de entrenamiento es la información adicional que se puede obtener desde pesos individuales de caracoles semi procesados que se encuentran en los desembarques desde cada banco de pesca. Por ejemplo, se observó que el peso promedio individual de la carne 85% limpia fue de 138.3 gramos por caracoles en el banco A y 128.2 gramos en el banco B. Con esta información se ha calculado el número promedio de caracoles por libra desembarcada utilizando 454 gramos por libra lo que resulta en 3.28 (=454/138.3) y 3.54 (=454/128.2) caracoles por libra en los bancos de pesca A y B, respectivamente. Con estos valores se puede obtener el número total de caracoles desembarcados (Tabla 2) mediante la simple multiplicación del número de caracoles por libra y el número de libras desembarcadas.

Tabla 2. Desembarques peso 85% limpio de la carne por banco de pesca y por barco resumidos desde la información en las bitácoras de los capitanes (datos en Apéndice III).

Desembarques en Peso

Banco de Pesca	Barco 1	Barco 2	Barco 3	Barco 4	Barco 5
A	5,709	3,502	4,450	10,697	8,392
B	10,636	15,907	14,084	7,214	
Total	16,345	19,409	18,534	17,912	8,392

Número de Individuos Estimados en los Desembarque

Banco de Pesca	Barco 1	Barco 2	Barco 3	Barco 4	Barco 5
A	18,742	11,495	14,608	35,116	27,547
B	37,664	56,332	49,876	25,548	
Total	56,406	67,827	64,484	60,665	27,547

El ejercicio anterior muestra que habían diferencias en el tamaño de los caracoles explotados en cada banco de pesca. Tal como se indicara en el Componente 2 de este Módulo de entrenamiento, los factores de conversión deberían tener correspondencia con los tamaños de los individuos incluidos en los desembarques. Como se mencionara en dicho Componente, esta condición se genera debido a la falta de proporcionalidad directa entre los pesos de % limpio de la carne y los pesos sucio y vivo correspondientes. Por lo tanto, la expansión de los pesos desembarcados con 85% de nivel de limpieza de la carne deberán ser estimados según factores de conversión correspondientes a los tamaños encontrados en los desembarques y para ello se requiere de una regresión del peso sucio como función de peso con 85% de limpieza de la carne, y que se muestra en la figura 13. Para el banco de pesca A el factor de conversión correspondiente a 138.3 gramos de carne con 85% de limpieza se obtiene dividiendo el peso sucio que se debe estimar con la ecuación en la figura 13 por el peso limpio de 138.3. Estos es, $\text{peso sucio} = 1.847 \cdot 138.3 + 80.188 = 335.63$ que dividido por 138.3 resulta en 2.43. Para el banco de pesca B con un peso promedio individual de 128.2 gramos el factor de conversión es de 2.47 según la ecuación $(1.847 \cdot 128.2 + 80.188) = 316.97$ dividida por 128.2. La diferencia entre factores de conversión que se han obtenido no es significativa, sin embargo en otros casos en que los bancos de pesca se dividen en áreas de juveniles y áreas de adultos o áreas que han estado sujetas a diferencias notables de explotación, tales diferencias pudieran ser mucho más importantes de considerar. En la Tabla 3 se presentan los resultados de estimaciones de desembarques en peso de carne sucia al aplicar estos últimos factores de conversión específicamente calculados para cada banco de pesca.

Para el propósito de estimar el peso vivo equivalente al peso sucio estimado en la Tabla 3, debemos utilizar los parámetros para el intercepto (a) y la pendiente (b) de la regresión de peso vivo como función de peso sucio que para el caso de Honduras se encuentran en la tabla que se presenta al

fondo del Apéndice IV. El peso vivo correspondiente al peso sucio de 335.63 gramos estimado en el párrafo anterior es 1,903.3 por lo cual el factor de conversión es $1903.3/335.63=5.67$. Por otro lado, para el peso sucio de 316.97 el peso vivo estimado es 1,841.4 por lo que el factor de conversión es igual a 5.81. Estos factores de conversión deberían entonces ser aplicados a los valores de carne sucia estimadas como desembarques desde los bancos de pesca A y B que se muestran en la Tabla 3 para así obtener los pesos vivos equivalentes en los desembarques.

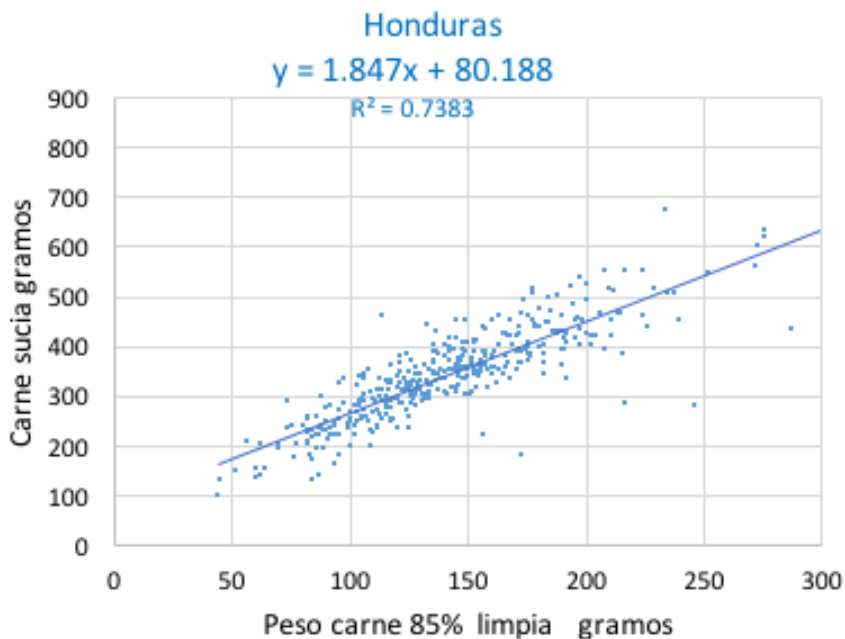


Figura 13. Regresión lineal del peso carne sucia como función del peso de la carne 85% limpia para CR en Honduras (Datos desde Ehrhardt y Pérez 2019).

Tabla 3.

Banco de Pesca	Desembarques en Peso Sucio por banco de pesca				
	Barco 1	Barco 2	Barco 3	Barco 4	Barco 5
A	13,873	8,509	10,813	25,995	20,392
B	26,270	39,290	34,787	17,819	
Total	40,143	47,799	45,601	43,814	20,392

Comparando los resultados dados en peso sucio de los desembarques globales (esto es, sin consideración de bancos de pesca) que se observan en la página 42 y por bancos de pesca en la Tabla 3, se observa que pueden haber diferencias en los estimados totales debido a diferencias en los factores de conversión que se originan por diferencias en los tamaños individuales observados en cada banco de pesca.

8.3. Estimación de los desembarques en peso sucio y peso vivo en las pesquerías artesanales

El ejemplo que se desarrolla en esta sección utiliza el diagrama de la figura 6 que correspondería a un área o región en que se supone se detectaron, desde un **censo de las pesquerías de CR**, que existían cinco **localidades** A, B, C, D, y E en donde se desembarcaba CR. Siguiendo los protocolos de levantamiento de información estadística presentado en la Sección 6.2 del Componente 1 de este Modulo de entrenamiento, como parte integral del censo se debieron **enumerar todas las embarcaciones que habían estado realizando pesca de CR en cada una de las localidades**. De este censo se obtuvo como resultado que en la Localidad A existían 8 embarcaciones, 6 en la B, 8 en la C, 10 en la D y 9 en la E (Figura 6 y Tabla 4). Adicionalmente, se solicitó a cada pescador entrevistado información sobre el **promedio mensual de días de pesca** que aproximadamente cada embarcación pudo haber realizado. Se solicitó también información sobre el **número promedio de días al mes que probablemente se pierden debido a mal tiempo** y/o condiciones de mar que impiden llevar a cabo operaciones de pesca y si es que se **opera los días de semana y festivos**. Con la información aportada se promedió para cada localidad el número de días no operables por condiciones fuera de control de los pescadores y se le agregó los días que en el mes corresponden a feriados o fines de semanas no operables que fue considerada como 4 días por mes y con ello se estimó el **número de días hábiles u operables de pesca (DHP) por mes** suponiendo que cada mes es de 30 días. Se incluyen en la Tabla 4 los valores de Coeficiente de Actividades por Embarcación (CAE) las cuales fueron estimados como el cociente entre el número de días de pesca operados por mes y el número de días operables que efectivamente existían en promedio en los meses reportados por los pescadores. Toda esta información se encuentra tabulada en la Tabla 4 para cada una de las 5 localidades.

En el proceso de estimación de desembarques artesanales se requiere seleccionar aleatoriamente una pocas localidades y así también algunas de las embarcaciones que operan en las localidades elegidas. En este ejemplo se decidió que por cuestiones de financiamientos disponibles, solo 3 localidades podían ser visitadas en cada mes y que debido al número relativamente reducido de embarcaciones por localidad, aproximadamente hasta un 50% de ellas podrían ser seleccionadas aleatoriamente para ser muestreadas para una enumeración completa del tipo y cantidad de productos de CR desembarcados.

NOTA IMPORTANTE: Se destaca que el proceso de muestreo aleatorio anterior DEFINE las localidades que se visitarán, por ejemplo, una vez al mes a través de un periodo de tiempo que puede ser una temporada de pesca o un periodo mayor, y también DEFINE las embarcaciones que serán muestreadas en cada visita que se realice a las localidades. Ambas definiciones forman parte de un sistema de muestreo en que una vez en el periodo de tiempo elegido (por ejemplo un mes) serán encuestados en días hábiles para la pesca (DHP) dentro de dicho periodo de tiempo. Los días elegidos para realizar las encuestas también habrán de ser elegidos independientemente y de forma aleatoria.

Las tres localidades que fueron seleccionadas aleatoriamente resultaron ser A, D y E desde las cuales las embarcaciones artesanales realizan viajes de un día pesca. Por consiguiente cada desembarque representa una tasa de captura (CPUE) de libras de caracol con algún nivel de procesado (% de limpieza) por día de pesca. Lo anterior supone que los pescadores artesanales traen el producto con un proceso de limpieza que tuvo lugar en algún lugar antes de llegar al

desembarque o por lo menos antes de la intercepción de los encuestadores, el cual debe ser anotado el momento de la encuesta.

Por otra parte, los datos del censo deben proveer una primera visión sobre la operatividad de las flotas artesanales, las cuales pueden diferir como función de las localidades y su posición geográfica relativo a las distancias a los bancos de pesca y las condiciones del mar que pudieran afectar de forma diferencial a las operaciones diarias de pesca de cada lugar. Por lo tanto, estas características operacionales se ven reflejadas en los valores de días operables que afectan directamente los valores de CAE y el valor promedio del mismo. Los valores promedio de CAE estimados para cada localidad consisten en 0,55 y 0,69 para las Localidades A y D, mientras que para la Localidad E se pudiera tener un CAE promedio de 0,58 (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del censo de localidades y embarcaciones menores que se dedican a la pesca de CR en cada una de 5 localidades A,B,C, D y E.

Localidad A			Localidad B			Localidad C		
Número de días hábiles (DHP)		24	Número de días hábiles (DHP)		19	Número de días hábiles (DHP)		22
Embarcaciones		CAE	Embarcaciones		CAE	Embarcaciones		CAE
Días de pesca	DP/DHP		Días de pesca	DP/DHP		Días de pesca	DP/DHP	
1	8	0.33	1	10	0.53	1	21	0.95
2	12	0.50	2	12	0.63	2	12	0.55
3	9	0.38	3	5	0.26	3	7	0.32
4	20	0.83	4	9	0.47	4	18	0.82
5	11	0.46	5	7	0.37	5	13	0.59
6	6	0.25	6	6	0.32	6	12	0.55
7	22	0.92				7	19	0.86
8	18	0.75				8	14	0.64
Promedio		0.55	Promedio		0.43	Promedio		0.66
Desviación Estándar		0.2488	Desviación Estándar		0.1389	Desviación Estándar		0.2076
Localidad D			Localidad E					
Número de días hábiles (DHP)		18	Número de días hábiles (DHP)		26			
Embarcaciones		CAE	Embarcaciones		CAE			
Días de pesca	DP/DHP		Días de pesca	DP/DHP				
1	15	0.83	1	14	0.54			
2	4	0.22	2	17	0.65			
3	8	0.44	3	12	0.46			
4	6	0.33	4	9	0.35			
5	10	0.56	5	10	0.38			
6	6	0.33	6	16	0.62			
7	22	1.22	7	15	0.58			
8	18	1.00	8	21	0.81			
9	19	1.06	9	21	0.81			
10	17	0.94						
Promedio		0.69	Promedio		0.58			
Desviación Estándar		0.3574	Desviación Estándar		0.1654			

Con los datos del censo (Tabla 4) es posible estimar el esfuerzo de pesca que se desarrolla en cada localidad durante un periodo de tiempo, supongamos en este caso es un mes. Dichos estimados se obtienen de la fórmula provista para tal efecto en el Componente 1 de este entrenamiento y que consiste en la siguiente formulación:

$$\text{Días de pesca por mes} = \text{Número de embarcaciones} * \text{DHP} * \text{CAE}$$

Desde la fórmula anterior se pueden desglosar los conceptos que se incluyen en el cálculo de los días de pesca totales. Por ejemplo, el producto del número total de embarcaciones y el número promedio de días operables estimados para cada uno de los meses, da como resultado el número

total de días de pesca que potencialmente se pudieran realizar si es que las embarcaciones trabajaran cada día hábil operable (DHP). Sin embargo, los días efectivamente operables deben ser dimensionados en términos de las posibilidades de realizar viajes diarios de pesca los cuales pueden ser reducidos debido a circunstancias mayores como se mencionara anteriormente. Entre estas circunstancias, las mas importantes son aquéllas debido a condiciones de mercado, a bajas expectativas de las condiciones de la pesca, adicionalmente por problemas con las embarcaciones o equipos de pesca, problemas de salud de los pescadores, etc. Estos efectos operacionales están contenidos en los estimados del CAE. Los resultados de la aplicación de los datos obtenidos en el censo (Tabla 4) y aplicados en la fórmula para estimar el esfuerzo de pesca se dan en la tabla 5.

Tabla 5. Datos del censo y estimados del esfuerzo de pesca en días de pesca por localidad.

Localidades	A	B	C	D	E
Número de embarcaciones	8	6	8	10	9
Número de días hábiles de pesca (DHP)	24	19	22	18	26
CAE	0.55	0.43	0.66	0.69	0.58
Esfuerzo de pesca estimado	105.6	49.0	116.2	124.2	135.7

Una vez llevado a cabo el censo y analizada la información obtenida hasta conseguir un valor total de los días de pesca efectivamente operados en promedio por mes y localidad, y que se entregan en la tabla anterior, se estará en condiciones de planear las encuestas necesarias para **estimar los desembarques promedio por embarcación y día de pesca**. Para ello es necesario seleccionar un grupo de embarcaciones que formarán la muestra aleatoria del total de embarcaciones registradas en cada Localidad seleccionada aleatoriamente. De esta manera se tendrá que la **encuesta sobre desembarques es sobre una fracción de la población estadística de localidades y una fracción de la población estadística de embarcaciones** en las localidades elegidas. El número de embarcaciones seleccionadas por localidad dependerá fundamentalmente de las capacidades financieras, humanas y físicas disponibles en las oficinas de pesca para la realización de las encuestas. Como se mencionara anteriormente, en este ejemplo se utilizan arbitrariamente un número aproximado de 50% de las embarcaciones identificadas en el censo en cada una de las localidades elegidas para ser muestreadas. Sin embargo, dependiendo del país, las pesquerías artesanales de CR pueden llegar a tener un número mucho mayor de localidades y también mucho mayor de embarcaciones por localidad. En esos casos habrá que seleccionar aleatoriamente muestras de localidades y embarcaciones dentro de cada localidad seleccionada teniendo en consideración si se le da mayor énfasis a las localidades o teniendo en cuenta la importancia del número de embarcaciones. El arreglo final de tamaños de muestras de localidades y embarcaciones dependerá de cuestiones de distancias, ubicaciones, accesos de las localidades dadas las capacidades logísticas que pudieran existir en las oficinas de pesca y luego la connotación que las embarcaciones seleccionadas para ser enumeradas deban ser interceptadas al tiempo de sus arribos usualmente después del medio día puesto que los viajes de pesca son mayoritariamente diarios. Las selecciones aleatorias o al azar que se requieren se pueden realizar utilizando las técnicas explicadas sobre selección de muestras aleatorias que se consideraron en la sección 8.1.

Siguiendo adelante con el ejemplo, se acordó que los tamaños de muestra de embarcaciones que deberían ser consideradas para la encuesta sobre desembarques en cada una de las tres localidades seleccionadas (A, D y E) para tales muestreos serían 3, 6 y 4 embarcaciones de las 8, 10 y 9 embarcaciones identificadas en dichas localidades, respectivamente. Tal número representa aproximadamente un 48% de la flota ($=\frac{3+6+4}{8+10+9}$) en las localidades seleccionadas. Por lo tanto, se deberán interceptar 3, 6 y 4 embarcaciones el día o los días que aleatoriamente se elija desde el número de días operables o hábiles de pesca (DHP) en que se realizarán las encuestas.

En los protocolos desarrollados para los muestreos de campo se deberán incluir detalles importantes de cómo se deberán realizar las intercepciones de las embarcaciones a ser encuestadas sobre desembarques. En este sentido se debe tener en cuenta la modalidad operacional de las embarcaciones en cada una de las localidades elegidas aleatoriamente (A,D y E).

Aun cuando el proceso de selección aleatorio de localidades y embarcaciones se pudiera realizar cada vez que se realice una selección del o los días de muestreo (NOTESE que durante un día de muestreo se pudiera visitar una o más localidades dependiendo de las distancias y accesos), estadísticamente es suficiente el elegir un grupo localidades y de embarcaciones a ser muestreadas en las localidades las cuales se continuarán incluyendo en los muestreos en meses posteriores. En el ejemplo se supone que se realizó un solo muestreo de desembarques en el mes elegido en cada una de las tres localidades y los resultados de los desembarques interceptados de acuerdo al número de embarcaciones seleccionadas en cada localidad en el día que le correspondiera el muestreo se muestran en la tabla 6.

Con las estadísticas obtenidas en la encuestas de desembarque por embarcación se estima un **promedio de los desembarques** realizados por embarcación por día de pesca para todas las localidades que fueran seleccionadas aleatoriamente (ver tabla 6 en la línea con Promedio desembarques (lb) por día de pesca). En el ejemplo resultan ser 25.7 lb, 21.4 lb y 21.5 lb usando la función correspondiente a PROMEDIO() en Excel. Se puede generar también un estimado de la desviación estándar del desembarque promedio de cada localidad, la cual se da en la línea siguiente y que utiliza la función en Excel DESVEST().

El desembarque total para una localidad elegida aleatoriamente (A, D o E en nuestro ejemplo) es el producto del desembarque promedio para la localidad dado en la tabla 6 multiplicado por el esfuerzo de pesca estimado para esa localidad que se encuentra en la tabla 5. En el ejemplo de la tabla 6 corresponde a 2,710 lb para la localidad A ($=25.667*105.6$), 2,658 lb para la localidad D ($=21.400*124.2$) y 2,918 para la localidad E ($=21.500*135.7$). Finalmente, el desembarque total estimado para todas las localidades es el producto del desembarque promedio estimado para las localidades seleccionadas (2,762 lb) y el número total de localidades que en nuestro ejemplo son 5. Por lo tanto el total desembarcado se estima en 13,819 lb para el mes del ejemplo.

En el ejemplo se ha supuesto que todos los desembarques consisten de CR con un porcentaje común de limpieza de los filetes. De esta manera el peso sucio y peso vivo de los desembarques estimados deberían corresponder al producto de los desembarques limpios estimados veces el factor de conversión que corresponda para dicho nivel de % de limpieza. De lo anterior se desprende que en los protocolos de las encuestas de desembarques se deberá incluir instructivos para anotar separadamente los desembarques según corresponda al nivel de % de limpieza. Al

mismo tiempo se deberá cuantificar el peso promedio de los individuos desembarcados para con ese estimado se pueda estimar el factor de conversión que le corresponda según regresiones similares a aquéllas presentadas en el Apéndice IV.

Tabla 6. Resultados de las encuestas sobre desembarques hechas a las embarcaciones elegidas aleatoriamente en una ocasión por localidad también elegida aleatoriamente. Se muestran los estimados de los desembarques totales por localidad y para todas las regiones.

	Localidad A	Localidad D	Localidad E
Desembarques (lb) por embarcación en encuestas realizadas en cada localidad	30 28 19	24 34 18 15 16	10 17 26 33
Promedio desembarques (lb) por día de pesca	25.667	21.400	21.500
Desviación estándar del promedio	5.8595	7.8613	10.0830
Desembarques totales (lb) estimados en mes	2,710	2,658	2,918
Desembarque promedio de localidades	2,762		
Total lb para las 5 localidades en la región	13,810		

NOTA IMPORTANTE: Una vez seleccionadas las localidades y embarcaciones que serían sometidas a encuestas de desembarques, es recomendable mantener dichas selecciones a través del tiempo porque con ello se facilita el proceso de implementación de las encuestas estableciéndose al mismo tiempo una rutina de muestreo estadístico con bases conocidas dado que las mismas tienen un origen al azar. Como se podrá apreciar, el concepto de selección aleatorio es de fundamental importancia ya que permite la extrapolación de la información de las muestras a la población estadística.

Por otra parte, si alguna embarcación de las seleccionadas aleatoriamente para una localidad que es su base, descargara el producto el día de la encuesta en una localidad que no es su localidad base, dicha descarga no se debe incluir como una descarga de la embarcación correspondiente al día de muestreo puesto que dicho desembarque al ser extra territorial de dicha embarcación, no debe aparecer en la información con que se estima el desembarque promedio de su localidad base.

NOTA IMPORTANTE: El desembarque de una embarcación en una localidad no perteneciente a su localidad base no es parte del estimado de esfuerzo de pesca que se ha obtenido desde el censo para la localidad en donde realiza el desembarque y su desembarque tampoco es una estadística que se deba incorporar a los desembarques de la

localidad base de dicha embarcación. Este aspecto es muy importante de identificar en los protocolos del proceso de muestreo que debe especificar con mucha claridad que los desembarques a ser encuestados en una localidad solo se deben realizar sobre las embarcaciones elegidas aleatoriamente para esa localidad y que son parte integral de la estimación del esfuerzo de pesca que se hiciera para dicha localidad. También es importante notar que el diseño experimental de estos muestreos aleatorios permite flexibilidad en la dinámica de los elementos (esto es, las embarcaciones) correspondientes a la población estadística que se refiere a embarcaciones.

Finalmente, en las encuestas de desembarques por embarcación y localidad se debe integrar de forma adicional preguntas sobre días hábiles en el mes, y días operados por la embarcación en los últimos 30 días. Con esta información de muestreo al azar se podrá ir mejorando las estadísticas sobre los estimados de DHP y CAE que en principio se originaran como información adicional y preliminar del censo llevado a cabo antes de implementar las encuestas.

Mejoramiento de la precisión de los estimados de desembarques

Se supone que el proceso de estimación de los desembarques tiene una exactitud aceptable debido al proceso aleatorio empleado en la selección de las muestras a diversos niveles; sin embargo, debido al número restringido de muestras que pueden ser extraídas desde un número variable de operaciones que usualmente caracterizan a las pesquerías artesanales, es de suponer que la precisión de tales estimados sea relativamente baja. Lo anterior es debido a los altos costos que se debe afrontar en la realización de las tareas de muestreo de campo haciendo posible que las muestras de intercepciones de desembarques sean siempre insuficientes para lograr un nivel de precisión alto de los estimados de desembarques. Con el propósito de establecer un protocolo de verificación de la precisión de los estimados de desembarques por localidad y mes se sugiere la adopción de un algoritmo simple de conceptualización estadística que puede, por ejemplo, basarse en la estimación de intervalos de confianza de los estimados de las variables principales que se requieren para estimar los desembarques. Así por ejemplo, existe una desviación estándar asociada con la estimación del esfuerzo de pesca en el componente relacionado con la estimación de CAE, y otra desviación estándar relacionada con la estimación del desembarque promedio. Con dichos valores, con el valor promedio y con el tamaño de la muestra se pueden estimar intervalos de confianza al 95% para CAE y para el desembarque promedio y utilizar los mínimos y máximos de dichos intervalos para estimar el rango del promedio del esfuerzo de pesca y de los desembarques. Sin duda que tal procedimiento no tiene una base estadística estricta pero ayudará en principio a entender la naturaleza de la variabilidad que pudiera existir en el proceso de estimación de los desembarques de las pesquerías artesanales.

9. Conclusiones y Recomendaciones

Este Modulo de entrenamiento provee un marco de referencia generalizado que aporta conceptos estadísticos básicos que se podrían adoptar cuando el objetivo sea mejorar las estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca en las complejas y diversas pesquerías de CR. La especie posee una dinámica poblacional que exhibe características biológicas que no favorecen la ordenación de su explotación bajo condiciones comunes que se adoptan en las administraciones de pesquerías tradicionales. Mas bien se requiere de regulaciones catalogadas como estrictas que controlen los

niveles de mortalidad de pesca de forma tal de conservar el nivel de densidad de las poblaciones reproductoras a niveles que aseguren el éxito del apareamiento. Esto permitirá que se asegure la capacidad reproductiva y con ello la sostenibilidad a largo plazo del recurso y por tanto de las pesquerías que lo aprovechan. Por lo tanto, se identifica que cuotas anuales no detrimentales a la dinámica reproductiva de la especie debieran dar soporte al criterio de sostenibilidad más básico y fundamental para la conservación del CR.

En este sentido, las capturas realizadas y los niveles de esfuerzo de pesca que debieran generar una mortalidad de pesca aceptable son los elementos básicos para el mantenimiento de densidades poblacionales reproductivas viables. Por lo tanto, desembarques y esfuerzos de pesca debieran ser monitoreados con atención y continuidad para así dar cumplimiento con cualquiera del o los criterios de sostenibilidad que pudieran ser definidos para la protección de la especie protegida por la CITES. En este sentido las estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca juegan un papel fundamental para entender el estado de explotación de la especie y por eso pone de relieve la exigencia de contar con estas estadísticas en el evento de conseguir acceso a su explotación.

Considerando que un componente fundamental en el manejo de la explotación de una especie controlada consiste en el monitoreo de la misma, entonces se observa la necesidad de contar necesariamente con un sistema estadístico insesgado que permita vislumbrar desde un punto de vista de ordenación pesquera los resultados de las acciones de las diferentes flotas que explotan la especie. Como se ha visto en este módulo, las pesquerías de CR poseen características en que los elementos a medir (esto es desembarques y esfuerzo de pesca) constituyen poblaciones estadísticas muy diferentes originadas en pesquerías industriales y artesanales. Esto permite establecer que deberían existir planes separados y con diseños estadísticos independientes de captación de estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca para cada una de dichas pesquerías. Debido a las restricciones financieras que usualmente existen para estos objetivos en las oficinas de pesca de los países, se entiende que las actividades destinadas a proveer información necesaria para la ordenación pesquera pudieran ser en cualquier caso muy modestas. Teniendo en cuenta esta situación prevalente es que en este entrenamiento se ofrece un marco de referencia amplio y global de las condicionantes estadísticas que pudieran enmarcar las oportunidades de obtener información de nivel mínimo pero suficiente sobre el conocimiento requerido para la regulación pesquera requerida.

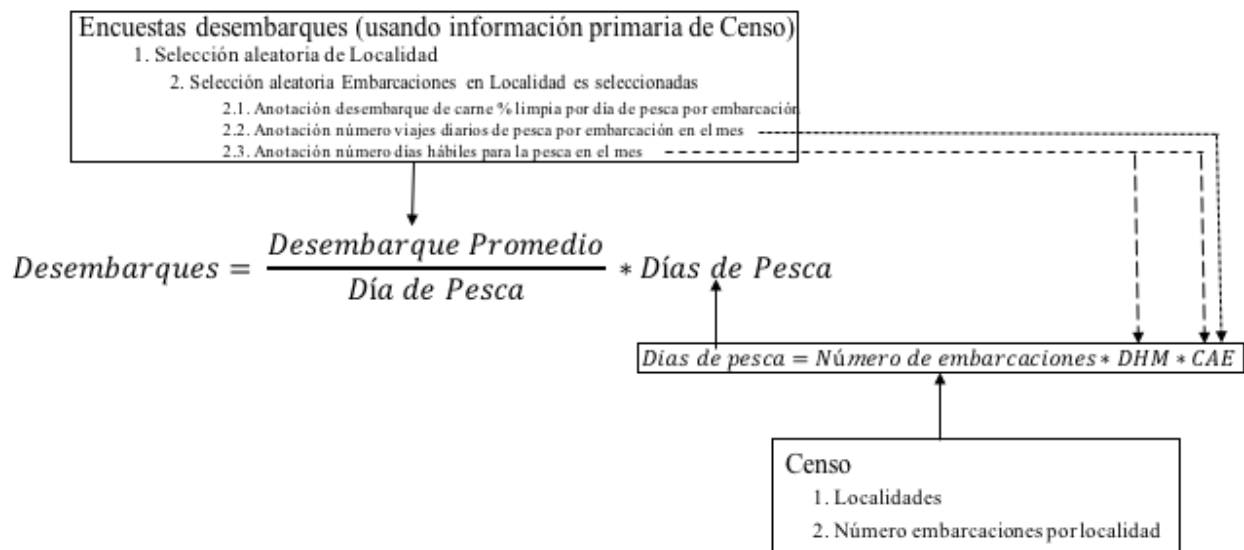
En este entrenamiento se ha identificado que el proceso de captación de estadísticas de pesca en las pesquerías industriales es uno que debería hacer uso de las oportunidades existentes en las líneas de producción que van desde las capturas a los desembarques los cuales deben pasar por una preparación final en plantas industriales en que los productos terminados van mayoritariamente a los mercados de exportación. Otras fracciones de los desembarques semi procesados entran a mercados locales establecidos. En cualquier caso, el flujo de producto queda registrado en varios niveles de seguimiento y contabilidad que comienzan en los armadores y capitanes de los barcos a las plantas de procesamiento. Por este motivo han existido arreglos entre la industria y los gobiernos para generar información pertinente sobre estadísticas de desembarques. Sin embargo, también han existido carencias importantes de información de las operaciones de las flotas industriales que permitan tener estadísticas del esfuerzo pesquero ejercido sobre los recursos de CR. En lo que se muestra a continuación se identifica que en las pesquerías industriales los sistemas estadísticos deberían tener un marco conceptual que se caracterice con

censos tanto de desembarques como de operaciones de pesca ya que existe la posibilidad práctica de realizar enumeraciones completas de los procesos de la pesca.

Censo

1. Identificación y cuantificación de localidades de los desembarques
2. Identificación y cuantificación de flotas que realizan los desembarques en las localidades
 - 2.1. Anotación de desembarques por productos clasificados según niveles de limpieza de la carne
 - 2.2. Cuantificación del esfuerzo de pesca desde los datos de seguimiento satelital de las embarcaciones

Por el contrario, las pesquerías artesanales son excesivamente numerosas con un alto número de participantes, los que generalmente realizan viajes diarios de pesca y desembarcan cantidades relativamente más reducidas de producto a través de amplias regiones de la costa. Por lo anterior, los desembarques en estas últimas pesquerías no pueden ser enumerados en su totalidad sino más bien siguiendo una combinación de censos y encuestas bien planificadas e implementadas para estimar desembarques y esfuerzo de pesca. La complejidad de los sistemas estadísticos que se utilizan en pesquerías artesanales de este tipo se visualiza y resume en el diagrama siguiente:



Como se ha explicado en este entrenamiento, el proceso de estimación de los desembarques se centra en una ecuación que consiste en un estimado del valor promedio de los desembarques por embarcación por día de pesca de algunas de las embarcaciones que fueran encuestadas en algunas de las localidades elegidas para tales encuestas multiplicado por el esfuerzo total en días de pesca que ejercen todas las embarcaciones de cada localidad. Por lo tanto, la estructura central que se ofrece en el diagrama anterior es uno que integra procesos de censo y encuestas los cuales deben ser dimensionados de forma realista y eficiente dentro de las posibilidades financieras de cada institución.

Un punto crucial en los diseños experimentales de muestreos y censos anteriores no es aquel del grado de cobertura sino el que tiene relación con la identificación y dimensionamiento correctos de las poblaciones estadísticas y sus elementos a muestrear. Se hizo hincapié en la necesidad de asegurar las características aleatorias que se deben adoptar y respetar en la implementación de todas las etapas de los procesos de muestreo aleatorio manteniendo siempre niveles suficientes de rigurosidad estadística. La rigurosidad estadística genera las bases para definir los protocolos que deberán ser adoptados en la consecución de las muestras y de los procesos de estimación una vez que las muestras hayan sido obtenidas. Se establece entonces que la exactitud de los estimados depende exclusivamente de los pasos anteriores mientras que la precisión de los estimados dependerá de manera exclusiva y fundamental de las capacidades de asegurar un nivel suficiente de observaciones.

El desarrollo de un plan de consecución de estadísticas de desembarques y esfuerzo de pesca en las pesquerías de CR debe considerar por lo tanto etapas bien establecidas del flujo de acciones, requerimientos e inversiones que sean realizables por las instituciones responsables de estas actividades. El listado que se presenta a continuación viene a servir de resumen de los procesos y de las posibilidades de obtener la información que pudiera ayudar a definir y encausar los sistemas estadísticos pesqueros existentes en las pesquerías de Caracol Rosado.

Pesquerías industriales

Desembarques

- Censos con base a recibos de entrega en plantas
- Posibilidad de clasificaciones por niveles de % de carne limpia
- Posibilidad de coleccionar muestras biológicas
- Posibilidad de coleccionar origen de los desembarques
- Posibilidad de coleccionar muestras para definición de diversos factores de conversión
- Posibilidades de introducir programa de colecta de información anotada rutinariamente por capitanes y jefes de cubierta sobre captura entregada por buzos

Esfuerzo de pesca

- Con base a información desde sistemas de seguimiento satelital de las embarcaciones
- Posibilidad de generar unidades de esfuerzo genéricas: número de viajes, días fuera de puerto número de estaciones de buceo
- Posibilidad de realizar análisis espaciales mas avanzados sobre definición de bancos de pesca, intensidad de pesca, horas de operación por inmersiones, análisis económicos de las operaciones de pesca

Pesquerías artesanales

Desembarques

- Censos sobre localidades y catastro espacial de flotas
- Encuestas para estimar desembarques promedio por por día de pesca y localidad
- Posibilidad de clasificaciones por niveles de % de carne limpia
- Posibilidad de coleccionar muestras biológicas
- Posibilidad de coleccionar muestras para definición de factores de conversión diversos de la pesca artesanal

Esfuerzo de pesca

- Información sobre número de embarcaciones desde censos con base a localidades y catastros de flotas
- Información sobre DHP y CAE desde censos con base a localidades y catastros de flotas
- Posibilidad de generar información adicional sobre DHP y CAE a través de plan de encuestas de desembarques
- Estimación de número total de días de pesca por localidad que se utiliza en el proceso de estimación de desembarques

10. Referencias bibliográficas

- Bazigos, G.P. 1974. The design of fisheries statistical surveys - inland waters. FAO Fish Tech. Pap., (133): 122 p. Issued also in French and Spanish.
- Caddy, J.F. and G.P. Bazigos, 1985. Practical guidelines for statistical monitoring of fisheries in manpower limited situations. FAO Fish. Tech. Pap., (257):86p. Issued also in French and Spanish.
- Delgado, G.A., y R.A. Glazer. 2020. Demographics influence reproductive output in queen conch (*Lobatus gigas*): implication for fishery management. Bull. Mar. Sci. 96 (March 2020).
- Ehrhardt, N.E., y M. Galo. 2005. Informe sobre el estado de las investigaciones sobre el Caracol Reina, *Strombus gigas*, y su pesquería en Honduras. Informe del Gobierno de Honduras a la CITES en el marco del proceso de revisión de las pesquerías de caracol del Caribe. Ginebra, Suiza. June 2005.
- Ehrhardt, N., y J.A. Romero. 2010. Resúmen de los trabajos y logros de la pesquería científica del caracol gigante, *Strombus gigas*, en Honduras durante 2006-2010. Technical Report to the Government of Honduras. Presentación de Power Point.
- Ehrhardt, N.M., R. Puga, and M. Butler IV. 2010. Large ecosystem dynamics and fishery management concepts: The Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, fisheries. In: Fanning, L., R. Mahon and P. McConney. [Eds]. 2010. Towards Marine Ecosystem-Based Management in the Wider Caribbean. Amsterdam University Press, Amsterdam.
- Ehrhardt, N., y M. Pérez. 2019. Final Report to the Caribbean Fishery Management Council on project “Priority 1 to improve understanding of Queen Conch conversion factors by reanalyzing existing data”. August 2019. 24 p.
- Horsford, I., M. Ishida, G. Looby, M. Archibald, H. Simon, T. Edwards, T. Lovell, P. James, J. Webber and C. Appleton. 2012. The morphology of the Queen Conch (*Strombus gigas*) from the Antigua and Barbuda Shelf – Implications for fisheries management. GCFI.
- Glazer, R.A., G.A. Delgado and J.A. Kidney. 2003. Estimating queen conch (*Strombus gigas*) home ranges using acoustic telemetry: implications for the design of marine fishery reserves. Gulf Carib. Res. 14 :79-89.
- Lee, J., South, A. B., and Jennings, S. 2010. Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. – ICES Journal of Marine Science, 67: 1260–1271
- Marzuki, M.I. 2017. Thesis on line: VMS data analysis and modeling for the monitoring and surveillance of Indonesian fisheries. Computer Vision and Pattern Recognition. Ecole Nationale Supérieure. 156 p. Available from www.tel.archives-ouvertes.fr

- Maina, I., S. Kavadas, D. Damalas, M. Pantazi, and S. Katsanevakis. 2018. Dynamics of trawling effort in the Aegean Sea: investigating the potential of vessel monitoring system (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science* 75(6): 2265-2275. www.watermark.silverchair.com
- Prada, MC., R.S. Appeldoorn, S. van Eijs, and M. Pérez. 2017. Regional Queen Conch Fishery Management and Conservation Plan. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 610
- Stoner, AW, Ray-Culp, M. 2000. Evidence for Allee effects in an over-harvested marine gastropod: density-dependent mating and egg production. *Mar Ecol Prog Ser* 202:297–302.
- Stoner, A. W., M. H. Davis, and C. J. Booker. 2012. Negative consequences of Allee effect are compounded by fishing pressure: comparison of queen conch reproduction in fishing grounds and a marine protected area. *Bull. Mar. Sci.*, 88: 89–104.
- Stoner, A.W., M.H. Davis, and A.S. Kough. 2018. Relationships between Fishing Pressure and Stock Structure in Queen Conch (*Lobatus gigas*) Populations: Synthesis of Long-Term Surveys and Evidence for Overfishing in The Bahamas, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, DOI: 10.1080/23308249.2018.1480008.
- Smikle, 1997 in Thiele, S. 2001. Queen conch fisheries and their management in the Caribbean. Technical Report to The CITES Secretariat in Completion of Contract A-2000/01. TRAFFIC Europe December 2001.
- Tewfik, A. 1996. An assessment of the Biological Characteristics, Abundance, and Potential Yield of the Queen conch (*Strombus gigas* L.) Fishery on the Pedro Bank Off Jamaica. MS Thesis, Acadia University, Canada.
- Watson, J.T., and A. C. Haynie. 2016. Using vessel monitoring system data to identify and characterize trips made by fishing vessel in the United States North Pacific. *PLoS One* 11(10): e0165173.

Apéndice I

Definición de categorías de % de carne limpia que definen los desembarques de la especie CR (Tewfik, 1996; Smikle, 1997 in Thiele, 2001)

Estado de Procesamiento	Grado	Pérdida de tejidos
Sin procesar	Sucio	Ninguno; animal entero sin la concha
50% limpio		Opérculo (uña) y vísceras removidas
65% limpio	Filete semi-limpio	Todo lo de mas arriba mas cabeza (ojos, antenas y boca tubular o proboscis) y partes del manto (falda)
85% limpio		Todo lo de mas arriba mas verga, manto y parte de la piel
100% limpio	Filete limpio	Solo el musculo blanco permanece

Apéndice II

Factores de conversión de peso sucio a peso vivo desde Ehrhardt y Pérez (2019)

	Intervalo Confianza 95%		
	Promedio	Inferior	Superior
Nicaragua	5.39	4.82	6.12
Honduras	5.63	4.82	6.76
Bahamas	5.60	4.41	7.68
Martinica	5.54	5.53	5.55
Barbados	4.66	3.87	5.17
Promedio	5.36	5.01	5.72

Factores de conversión de peso 85% carne limpia a peso sucio desde Ehrhardt y Pérez (2019)

	Intervalo Confianza 95%		
	Promedio	Inferior	Superior
Barbados	1.86	1.42	2.69
Honduras	2.41	2.17	2.73

Apéndice III

Ejemplo de información de bitácora de pesca de 5 barcos industriales

Barco	Banco de Pesca	Día		No. Bajada	No. Buzos	Captura por buzo lbs	Captura (Lbs)	Captura números
		Operación						
Boat 1	A	1		1	51	8.22	419	1376
Boat 1	A	1		2	50	6.40	320	1050
Boat 1	A	1		3	50	5.64	282	926
Boat 1	A	2		1	52	16.62	864	2837
Boat 1	A	2		2	52	15.12	786	2581
Boat 1	A	2		3	50	15.12	756	2482
Boat 1	A	3		1	49	11.94	585	1921
Boat 1	A	3		2	49	10.29	504	1655
Boat 1	A	3		3	48	10.25	492	1615
Boat 1	A	4		1	49	7.45	365	1198
Boat 1	A	4		2	49	6.84	335	1100
Boat 1	B	5		1	52	16.88	878	3108
Boat 1	B	5		2	52	16.48	857	3035
Boat 1	B	6		1	51	14.04	716	2536
Boat 1	B	6		2	51	13.59	693	2454
Boat 1	B	6		3	50	13.62	681	2412
Boat 1	B	7		1	51	14.39	734	2599
Boat 1	B	7		2	52	13.96	726	2571
Boat 1	B	7		3	50	13.66	683	2419
Boat 1	B	8		1	52	11.25	585	2072
Boat 1	B	8		2	51	11.24	573	2030
Boat 1	B	8		3	52	10.08	524	1856
Boat 1	B	9		1	52	13.25	689	2440
Boat 1	B	9		2	52	13.04	678	2401
Boat 1	B	9		3	52	12.54	652	2309
Boat 1	B	10		1	48	10.38	498	1764
Boat 1	B	10		2	47	9.96	468	1658

Barco	Banco de Pesca	Día		No. Bajada	No. Buzos	Captura por buzo lbs	Captura (Lbs)	Captura números
		Operación						
Boat 2	A	1		1	45	10.93	492	1615
Boat 2	A	1		2	45	19.93	897	2944
Boat 2	A	1		3	45	9.31	419	1375
Boat 2	A	2		1	45	5.49	247	811
Boat 2	A	2		2	45	10.20	459	1507
Boat 2	A	2		3	45	6.71	302	991
Boat 2	A	3		1	40	9.25	370	1215
Boat 2	A	3		2	35	9.03	316	1038
Boat 2	B	4		1	45	22.24	1001	3544
Boat 2	B	4		2	45	23.13	1041	3686
Boat 2	B	4		3	44	28.82	1268	4491
Boat 2	B	5		1	45	23.31	1049	3715
Boat 2	B	5		2	45	30.60	1377	4876
Boat 2	B	5		3	41	25.34	1039	3679
Boat 2	B	6		1	45	34.33	1545	5471
Boat 2	B	6		2	45	32.76	1474	5221
Boat 2	B	6		3	41	24.00	984	3485
Boat 2	B	7		1	43	31.14	1339	4742
Boat 2	B	7		2	44	25.11	1105	3913
Boat 2	B	7		3	39	10.77	420	1487
Boat 2	B	8		1	45	8.67	390	1382
Boat 2	B	8		2	44	9.14	402	1424
Boat 2	B	9		1	43	9.05	389	1378
Boat 2	B	9		2	42	7.38	310	1098
Boat 2	B	9		3	35	6.14	215	761
Boat 2	B	10		1	42	7.17	301	1066
Boat 2	B	10		2	40	6.45	258	914

Barco	Banco de Pesca	Día	No. Bajada	No. Buzos	Captura por buzo lbs	Captura (Lbs)	Captura números
		Operación					
Boat 3	A	1	1	45	5.49	247	811
Boat 3	A	1	2	45	10.76	484	1589
Boat 3	A	2	1	45	17.38	782	2567
Boat 3	A	2	2	45	15.56	700	2299
Boat 3	A	2	3	45	25.07	1128	3703
Boat 3	A	3	1	41	9.93	407	1336
Boat 3	A	3	2	37	4.32	160	525
Boat 3	A	4	1	48	8.88	426	1399
Boat 3	A	4	2	37	3.11	115	378
Boat 3	B	5	1	48	19.90	955	3383
Boat 3	B	11	2	48	11.52	553	1958
Boat 3	B	6	1	48	33.13	1590	5632
Boat 3	B	6	2	48	29.31	1407	4982
Boat 3	B	7	1	48	20.06	963	3410
Boat 3	B	7	2	48	23.31	1119	3962
Boat 3	B	8	1	48	36.00	1728	6119
Boat 3	B	8	2	48	33.71	1618	5730
Boat 3	B	9	1	48	40.85	1961	6944
Boat 3	B	9	2	48	18.77	901	3191
Boat 3	B	10	1	45	17.53	789	2794
Boat 3	B	10	2	43	11.63	500	1771

Barco	Banco de Pesca	Día	No. Bajada	No. Buzos	Captura por buzo lbs	Captura (Lbs)	Captura números
		Operación					
Boat 4	A	1	1	43	9.67	416	1365
Boat 4	A	1	2	35	6.49	227	746
Boat 4	A	2	1	36	32.56	1172	3848
Boat 4	A	2	2	46	17.59	809	2656
Boat 4	A	2	3	41	10.90	447	1467
Boat 4	A	3	1	46	26.85	1235	4054
Boat 4	A	3	2	46	19.17	882	2895
Boat 4	A	3	3	38	13.97	531	1743
Boat 4	A	4	1	46	19.17	882	2895
Boat 4	A	4	2	43	14.95	643	2110
Boat 4	A	5	1	46	12.33	567	1862
Boat 4	A	5	2	46	9.09	418	1373
Boat 4	A	5	3	40	6.98	279	917
Boat 4	A	6	1	46	15.83	728	2390
Boat 4	A	6	2	46	22.96	1056	3467
Boat 4	A	6	3	42	9.64	405	1329
Boat 4	B	7	1	46	26.46	1217	4310
Boat 4	B	7	2	46	19.96	918	3252
Boat 4	B	7	3	38	15.50	589	2086
Boat 4	B	8	1	46	21.85	1005	3559
Boat 4	B	8	2	46	18.46	849	3007
Boat 4	B	8	3	39	16.18	631	2235
Boat 4	B	9	1	46	25.17	1158	4100
Boat 4	B	9	2	46	18.41	847	2999

Barco	Banco de Pesca	Día	No. Bajada	No. Buzos	Captura por buzo lbs	Captura (Lbs)	Captura números
		Operación					
Boat 5	A	1	2	41	14.80	607	1992
Boat 5	A	1	3	29	18.69	542	1779
Boat 5	A	2	1	47	18.94	890	2922
Boat 5	A	2	2	44	12.25	539	1769
Boat 5	A	3	1	49	19.98	979	3214
Boat 5	A	3	2	45	15.93	717	2353
Boat 5	A	3	3	43	10.00	430	1412
Boat 5	A	4	1	47	12.87	605	1986
Boat 5	A	4	2	46	19.15	881	2892
Boat 5	A	4	3	41	18.34	752	2468
Boat 5	A	5	1	47	23.00	1081	3549
Boat 5	A	5	2	45	8.20	369	1211

Apéndice IV

Parámetros para las regresiones lineales ($y=a + bX$) para la estimación de carne sucia a partir de carne 50%, 85% y 100% limpia y peso vivo como función de peso sucio estimados con información aportada por los países y utilizada en el informe de Ehrhardt y Pérez (2019).

Peso sucio función de carne 100% limpia en gramos

	a	b	R ²	Rango
Honduras	73.198	2.141	0.773	50-250
Nicaragua	107.500	2.279	0.818	50-250
Bahamas	95.149	1.994	0.544	50-200
Martinica	88.273	2.190	0.676	120-260

Peso sucio función de carne 85% limpia en gramos

	a	b	R ²	Rango
Honduras	80.188	1.847	0.738	50-270
Barbados	64.556	1.605	0.891	140-370

Peso sucio función de carne 50% limpia en gramos

	a	b	R ²	Rango
Nicaragua	41.361	1.681	0.912	120-350
Bahamas	71.844	1.623	0.587	100-250
Martinica	66.408	1.328	0.678	200-400

Peso vivo función de carne sucia en gramos

	a	b	R ²	Rango
Honduras	789.87	3.3174	0.435	140-600
Nicaragua	862.68	3.3475	0.5197	170-750
Bahamas	1060.1	2.5041	0.3879	200-600
Martinica	1498.5	2.5414	0.2563	300-700
Barbados	821.4	3.004	0.4136	200-800