

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA**

**INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC
MUSEO DE HISTORIA NATURAL MUSHNAT
ESCUELA DE BIOLOGÍA, FACULTAS DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2017 - ENERO 2018**

**IVONNE ELIZABETH COLINDRES MARROQUÍN
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY
ASESOR INSTITUCIONAL: MSc. LUCÍA PRADO
ASESORES DE INVESTIGACIÓN: Ph. D. CARLOS AVENDAÑO
LICDA. JENNIFFER ORTIZ
Vo.Bo. ASESORES INSTITUCIONALES**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA**

**INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL MUSHNAT
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2017 - ENERO 2018**

**IVONNE ELIZABETH COLINDRES MARROQUÍN
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY
ASESOR INSTITUCIONAL: MSc. LUCÍA PRADO
Vo.Bo. ASESOR INSTITUCIONAL**

INDICE

INTRODUCCION	1
RESUMEN DE ACTIVIDADES REALIZADAS	2
LISTA DE ACTIVIDADES	4
Servicio	4
Docencia	5
Actividades no planificadas	8
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	12
ANEXOS	13

INTRODUCCIÓN

La práctica de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC), contribuye y fomenta la formación profesional del estudiante en áreas particulares de interés, a través de la preparación e introducción del mismo a las actividades relacionadas en el campo profesional (Alquijay y Armas, 2014).

Las actividades de docencia y servicio se llevaron a cabo en el Museo de Historia Natural (MUSHNAT) con Msc. Lucía Prado como supervisora durante los meses de febrero a junio. Se escogió esta unidad de práctica por tener el fin de promover y difundir la cultura y conocimiento de la Historia Natural de Guatemala a través del resguardo del patrimonio científico relacionado con la diversidad biológica nacional. La institución hace uso de colecciones biológicas para llevar a cabo su misión, por lo que es importante el mantenimiento de las mismas. Comparte tres líneas de interés de la universidad: la educación (enfocada en la educación ambiental), la investigación y el servicio a la comunidad; siempre tomando en consideración el enfoque conservacionista (MUSHNAT, 2010).

Durante el periodo de práctica se realizaron distintas actividades de servicio y docencia. Este documento presenta un resumen de dichas actividades, que logros se obtuvieron y las dificultades o limitaciones que algunas presentaron.

RESUMEN DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS

Programa Universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
A. Servicio			
	Elaboración de diagnóstico, Plan de Trabajo e informes	Febrero a Junio	80h
MUSHNAT	Servicio preestablecido a Colecciones Zoológicas, colección de Moluscos	06, 07, 10, y 23 de Febrero 03 de Marzo	21h 45m
HERBARIO USCG	Servicio preestablecido a Colecciones Zoológicas, Herbario USCG	13, 14, 16, 17 y 20 de Febrero	23h 15m
MUSHNAT	Revisión de Colecciones Biológicas	07, 09, 10, 13, 16 y 20 de Marzo	22h
MUSHNAT	Colaboración en la base de datos de la Colección de Moluscos	27, 30 y 31 de Marzo 03, 20, 21, 24, 25 y 27 de Abril 11, 15, 29 y 30 de Mayo 02, 05, 06, 07, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22 y 23 de Junio	64h 18m
HERBARIO USCG	Elaboración de Abstrac	20 de Febrero	1h
MUSHNAT	Cambio de información del formato Concyt al formato DIGI	09 de Mayo	6h 20m
TOTAL SERVICIO			286hrs 43m
B. Docencia			
MUSHNAT	Recorridos guiados	02 y 10 de Febrero 03 y 31 de Marzo 03, 20 y 21 de Abril 04 de Mayo 02, 15 y 16 de Junio	18h 55m
MUSHNAT	Conferencia dirigida a voluntarios del MUSHNAT y Jardín Botánico	16, 17 y 18 de Mayo	16h 30m

MUSHNAT	Nueva exhibición "Tintes Mayas"	24 y 27 de Febrero 12 y 15 de Mayo 08 y 23 de Junio	21h 15m
JARDIN BOTANICO	Expositora en Qué hacemos los Biólogos? Del ciclo de eventos "De Darwin a Dary"	19 de Febrero	5h
JARDIN BOTANICO	Actividad especial, Quien lleva el polen?	19 de Marzo	5h
JARDIN BOTANICO	Expositor en "Día Mundial del Medio Ambiente"	04 de Junio	4h
ESCUELA DE BIOLOGIA	Acto conmemorativo a la trayectoria del Lic. Mario Dary Rivera	21 de Febrero	2h
ESCUELA DE BIOLOGIA	Conferencias "Biogeografía y diversificación de peces en América Media" y "Estudios Ictiológicos en Guatemala, presente y retos a futuro".	02 de Marzo	2h
CECON	Simposio "Hacia un nuevo modelo de gestión de la diversidad biológica"	20 y 21 de Abril	5h 30m
DIGI	Jornada informativa, Convocatoria 2017 DIGI	28 de Abril	2h
MUSHNAT	Conferencia "Introducción a los Crustáceos"	11 Mayo	2h
ESCUELA DE BIOLOGIA	Conferencia "Caracterización del paisaje sonoro asociado a las carreteras internas del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica"	12 Mayo	2h
MUSHNAT	Conferencia "Dos asesinatos y el curador del museo de zoología"	18 de Mayo	40m
USAC	Conferencia "Economía del Cambio Climático en la Región: Rol de la Academia", en el I Foro Universitario Mesoamericano de Cambio Climático.	20 de Junio	4h 30m
TOTAL DOCENCIA			91hrs 20m

LISTA DE ACTIVIDADES

A. Servicio

Actividad No. 1: Revisión de colecciones biológicas, Colección de Moluscos.

Objetivos:

Preservar y organizar la Colección de Moluscos

Procedimiento:

Se limpiaron los frascos de la colección en líquido y utilizando alcohol etílico al 75%, se llenaron los frascos que presentaban un nivel bajo de alcohol. Se tuvo el cuidado de mantener el orden de la colección y de revisar que todos los frascos estuvieran debidamente etiquetados. En el caso de los ejemplares de Moluscos en seco, se limpiaron las cajas manteniendo su orden original. Se revisó que tanto los frascos como las cajas tuvieran sus etiquetas correspondientes. A los especímenes carentes de información de colecta y taxonómica se colocaron en la sección de docencia. Esta actividad se realizó tanto como servicio preestablecido, como parte del plan de trabajo de Servicio en la unidad de práctica, el Museo de Historia Natural (MUSHNAT).

Resultados:

Se organizaron 5 muebles, donde se ubica la colección, y se le dio el mantenimiento requerido. Los frascos que no contaban con información pasaron a formar parte de la colección de docencia. También se ubicaron frascos a los que no tienen la etiqueta estándar, para su posterior impresión.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 2: Revisión de colecciones biológicas, Herbario USCG y Colección de Crustáceos (MUSHNAT) como servicio preestablecido

Objetivos:

Colaborar en la preservación y ordenamiento de especímenes que forman parte de la colección del Herbario USCG y del MUSHNAT

Procedimiento:

Se realizó el montaje, cosido, etiquetado y escaneado de los especímenes pertenecientes al proyecto 7.40 2015 sobre la Diversidad de Encinos en Guatemala. En la colección de Moluscos se realizó el curado con alcohol etílico al 75%.

Resultados:

Se logró la preservación y ordenamiento de los especímenes que se me asignaron en su momento.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 3: Colaboración en la base de datos, Colección de Moluscos.

Objetivos:

Actualizar la información en la Colección de Moluscos para ser posteriormente ingresada al programa Specify.

Procedimiento:

Se revisó los catálogos que contienen la información impresa de la base de datos de la colección en forma de fichas. Se revisó que la información de la ficha coincidiera con la información de las etiquetas y la cantidad de ejemplares en los frascos y cajas de la colección. La información a revisar incluía: Datos de determinación, datos de colecta, información geográfica y el tipo de preparación en la que se preservó el espécimen. También se verificó que la cantidad de ejemplares en el lote coincidieran con los reportados en la ficha. Los cambios encontrados se anotaron con lápiz en las fichas para la posterior actualización en el programa Specify.

Resultados:

Se revisaron los 4 catálogos impresos y se actualizó la información de aproximadamente 1850 fichas. La base de datos se subió al programa Specify.

Limitaciones:

Aunque la base de datos se subió al programa Specify, por limitaciones de tiempo no se lograron hacer las actualizaciones de la información en dicho programa. Toda la información actualizada quedó escrita en los catálogos.

B. Docencia

Actividad No. 1: Recorridos guiados en el museo.

Objetivos:

Educar e informar a los visitantes, tanto escolares como particulares, sobre las colecciones biológicas y la importancia de las mismas. Dar a conocer la importancia de preservar nuestro medio ambiente y las razones de porque Guatemala se considera un país Megadiverso.

Procedimiento:

Se formaban grupos de estudiantes y se llevaban en un recorrido por los salones de exposiciones del museo. Mediante el uso de guías y afiches del MUSHNAT se brindó información sobre los tipos de biomas que posee Guatemala y la diversidad de fauna característica. Se hizo énfasis en la importancia de la conservación biológica de las

colecciones biológicas para alcanzar dicho fin. Con estudiantes de pre-primaria se trabajó mediante cuatro mesas informativas. En las mesas se colocaron minerales y fósiles, especímenes de invertebrados marinos e insectos, reptiles y finalmente una mesa con especímenes de mamíferos y aves. Las mesas se colocaron en lugares estratégicos dentro del museo.

Resultados:

Se logró dar recorridos a distintos grupos de estudiantes de distintas edades.

Limitaciones:

Algunas de las limitaciones para cumplir con la actividad era el comportamiento de los alumnos.

Actividad No. 2: Conferencia dirigida a voluntarios del MUSHNAT y Jardín Botánico, tema: “Concepto de Especie”.

Objetivos:

Dar a conocer el concepto de especie y las contradicciones e inconvenientes que este concepto ha generado a través de la historia.

Procedimiento:

Se realizó una presentación para exponer el concepto de especie. Se escogieron los conceptos más utilizados dependiendo del enfoque del estudio.

Resultados:

Se ampliaron los distintos enfoques que se pueden incluir dentro de este concepto y se aclararon dudas.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 3: Nueva exhibición, Tintes Mayas

Objetivos:

Informar a la población de cómo la civilización maya hizo uso de la flora, fauna y minerales para la elaboración de tintes.

Procedimiento:

Se colocó en muebles información acerca de tintes utilizados en expresión artística de los mayas. Se utilizaron materiales que se utilizaban para la elaboración de los colores que conformaban la paleta cromática, algunos de los materiales utilizados eran: piedra caliza, conchas marinas, carbón, semillas de achiote, insectos (*Llavea axin*), entre otros. Se utilizaron cerámicas y lustrinas como parte de la decoración.

Resultados:

Se logró montar la exposición.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 4: Actividades especiales, De Darwin a Dary

Objetivos:

Informar a la población en general de temas biológicos, fomentar la conservación y crear interés sobre la biología marina.

Procedimiento:

Se colocó una mesa de exposición sobre los invertebrados marinos en el jardín botánico. Se utilizó carteles, muestras en líquido de cnidarios y crustáceos; y muestras en seco de moluscos. Se expuso la importancia de los recursos costeros, la conservación de la biota marina y la gran diversidad que poseen nuestros mares.

Resultados:

Se resolvieron dudas acerca de invertebrados, ya que muchos tienen el aspecto de una planta pero pertenecen al grupo de los animales.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 5: Actividades especiales, Quién lleva el Polen?

Objetivos: informar a la población en general de temas biológicos y fomentar la conservación y la importancia de los vectores polinizadores.

Procedimiento:

Se colocaron mesas de información en el Jardín botánico, en las cuales se expuso sobre la flor, sus partes, como se da la fabricación del polen y los distintos tipos de polinización y los animales involucrados en dicha actividad. A los visitantes se les guió por el Jardín botánico y en el MUSHNAT.

Resultados:

Se aclararon dudas y mitos sobre la polinización.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante

Actividad No. 6: Actividades especiales, Día mundial del Medio Ambiente

Objetivos:

Informar a la población en general de temas biológicos y fomentar la conservación, dar a conocer en qué condiciones está nuestro medio ambiente y que se puede hacer para recuperarlo.

Procedimiento:

Se colocaron mesas de información en el Jardín botánico, en las cuales se expusieron diversos temas en relación al medio ambiente. En la mesa que se participó se enfatizó sobre el océano y los organismos que en él habitan. Se colocaron especímenes en líquido y en seco para que los visitantes los apreciaran. Se colocaron libros con fotografías de los organismos de los que se carecía un ejemplar.

Resultados:

Se resolvieron dudas y se creó conciencia de la importancia de la conservación del medio ambiente. Además se fomentó la importancia de la biología marina.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

C. Actividades no planificadas

Actividad No. 1: Elaboración de Abstract.

Objetivos:

Apoyar en la realización de un resumen de un proyecto en inglés (Abstract).

Procedimiento:

Se apoyó a la Dra. Maura Quezada con la elaboración de un Abstract con la información contenida en el resumen de su proyecto sobre Diversidad de Encinos de Guatemala.

Resultados:

Se realizó la traducción completa.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 2: Cambio de información del formato CONCYT al formato DIGI

Objetivos:

Apoyar a transferir al formato solicitado por la DIGI (Dirección General de Investigación) la información de un proyecto de moluscos a llevarse a cabo por la MsC. Lucía Prado contenida en el formato que solicita el CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología).

Procedimiento:

Se proporcionó en forma digital toda la información del proyecto en el formato que solicita el CONCYT. Una vez descargado el formato que solicita la DIGI, se transfirió la información y se realizó los cambios necesarios para que la información se ajustara a lo solicitado por la Dirección General de Investigación.

Resultados:

Se transfirió la información al formato nuevo requerido.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 3: Acto conmemorativo a la trayectoria del Lic. Mario Dary Rivera

Objetivos:

Participar de las actividades del día del Biólogo organizadas por la Escuela de Biología.

Procedimiento:

Se asistió al acto realizado en el auditorio “Francisco Vela” en la Facultad de Ingeniería.

Resultados:

Conocer un poco más sobre la vida del fundador de la carrera de Biología, el Lic. Mario Dary Rivera.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 4: Conferencia “Biogeografía y diversificación de peces en América Media” y “Estudios Ictiológicos en Guatemala, presente y retos a futuro”.

Objetivos:

Adquirir nuevos conocimientos, conocer los avances en investigaciones que hacen uso de la Biogeografía para comprender como se distribuyen los peces en la región de América Media (Mesoamérica).

Procedimiento:

Se asistió a las exposiciones anteriormente mencionadas en el auditorio del Edificio S13 de CALUSAC.

Resultados:

Se amplió conocimiento sobre estudios biogeográficos y filogenéticos realizados en Guatemala.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 5: Simposio “Hacia un nuevo modelo de gestión de la diversidad biológica”.

Objetivos:

Actualización en relación al manejo actual y propuestas a futuro para la conservación biológica.

Procedimiento:

Se asistió al simposio durante los días jueves 20 y viernes 21, que se llevó a cabo en el Hotel Hilton, ciudad de Guatemala.

Resultados:

Se conocieron los distintos puntos de vista de los expositores invitados. Se comprendió el manejo de la diversidad no sólo debe hacerse desde el punto de vista biológico, deben incluirse el social, político y económico.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 6: Jornada informativa, Convocatoria 2017 DIGI.

Objetivos:

Conocer los procedimientos para participar en convocatorias organizadas por la DIGI.

Procedimiento:

Se asistió a la jornada informativa que se llevó a cabo en el Salón 1 de la DIGI en la Ciudad Universitaria, USAC.

Resultados:

Se conocen los requisitos que se necesitan llenar para participar y proponer investigaciones para la financiación de proyectos.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 7: Exposición “Introducción a los Crustáceos”.

Objetivos:

Adquirir nuevos conocimientos sobre este grupo de invertebrados marinos.

Procedimiento:

Se asistió a la exposición sobre crustáceos realizada por el Br. Alejandro Borrayo en el primer salón del MUSHNAT para los voluntarios del museo.

Resultados:

Se ampliaron conocimientos y se conocieron datos curiosos sobre este grupo de artrópodos en Guatemala.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 8: Exposición “Caracterización del paisaje sonoro asociado a las carreteras internas del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica”.

Objetivo:

Conocer el concepto “paisaje sonoro” y adquirir nuevos conocimientos.

Procedimiento:

Se asistió a la exposición realizada por el Lic. Daniel Tenez en el salón de Postgrado del edificio T13 en la Ciudad Universitaria, USAC.

Resultados:

Conocer sobre la aplicación del estudio del paisaje sonoro y mapas de sonido para la conservación y manejo de parques nacionales y áreas protegidas.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 9: Exposición “Dos asesinatos y el curador del museo de zoología”.

Objetivos:

Participar en actividades en conmemoración al Día Internacional del Museo, que para este año el tema fue "Museos e historias controvertidas: Decir lo indecible en los museos".

Procedimiento:

Se asistió a la exposición realizada por el Dr. Enio Cano en el museo de Historia Natural (MUSHNAT), impartida en el primer salón.

Resultados:

Se conocieron datos históricos controversiales que implicaron al primer curador de la colección zoológica en Guatemala, Carlos Nocado.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

Actividad No. 10: Conferencia "Economía del Cambio Climático en la Región: Rol de la Academia", en el I Foro Universitario Mesoamericano de Cambio Climático.

Objetivos:

Participar en el primer foro universitario mesoamericano de cambio climático y conocer como se está abordando este tema en nuestro país.

Procedimiento:

Se asistió al foro, impartido en la Aula Magna IGLU en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Resultados:

Se conoce la importancia del intercambio de información y experiencias en relación a la temática del cambio climático entre universidades.

Limitaciones:

No se presentó ninguna limitante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alquijay B., Armas, G. (2014). Programa Analítico de prácticas de EDC, Fase B: EDC Integrado, Biología. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Museo de Historia Natural de la Escuela de Biología-USAC. Unidad de Práctica Experiencias docentes para la Comunidad EDC. Guatemala, Septiembre 2010.

ANEXOS

Anexo 1. Actividades realizadas en el MUSHNAT, recorridos guiados.



Anexo 2. Actividades realizadas en el MUSHNAT, curación en las colecciones biológicas.



Anexo 3. Actividades realizadas en el MUSHNAT, elaboración de nueva exhibición sobre tintes mayas.



Anexo 4. Diploma de participación en la actividad Qué hacemos los Biólogos?



El Jardín Botánico y El Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Otorga el presente diploma a:

IVONNE COLINDRES

Por su participación como expositor en la actividad ¿Qué hacemos los Biólogos?

del ciclo de eventos "DE DARWIN A DARY"

Duración 4 horas

Guatemala, 19 de febrero del 2017



Escuela de Biología
Unidad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos de Guatemala

M. Sc. Lucía Prado
Directora
Museo de Historia Natural

M. Sc. Carolina Rosales de Zea
Coordinadora
Unidad Jardín Botánico



Anexo 5. Diploma de participación en la conferencia "Biogeografía y diversificación de peces en América Media" y "Estudios Ictiológicos en Guatemala, presente y retos a futuro".



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
La Escuela de Biología y el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)
Hacen constar que:

Asistió a las conferencias:

"Diversification and Biogeography of Middle American Fishes" ("Biogeografía y diversificación de peces en América Media" impartida por Dr. Caleb McMahan Collection Manager Ichthyology collection. The Field Museum Chicago.

"Estudios ictiológicos en Guatemala. Presente y Retos a Futuro" Diego Elias M.Sc.

Realizadas en el Auditorium de CALUSAC, de 11:00 a 13:00, Ciudad Universitaria.

Guatemala 2 de marzo de 2017.



Licda. Ana Rosalito Barrios Rodas
Directora
Escuela de Biología

Lic. Francisco Castañeda Moya
Director
Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)



Anexo 6. Diploma de participación en la actividad Quien lleva el polen?

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

OTORGA EL PRESENTE DIPLOMA A:

Ironne Colindres

EN RECONOCIMIENTO POR SU PARTICIPACIÓN COMO COLABORADOR DE LA ACTIVIDAD DE EDUCACIÓN AMBIENTAL “¿QUIÉN LLEVA EL POLLEN?”. CON DURACIÓN DE 5 HORAS. GUATEMALA, 19 DE MARZO DE 2017

M.Sc. CAROLINA ROSALES DE ZEZA
COORDINADORA
JARDIN BOTANICO

M.Sc. LUCIA MARGARITA PRADO
JEFA
MUSHNAT

LICDA. MARIA EUNICE ENRIQUEZ
COORDINADORA
UNIDAD DE BIODIVERSIDAD

Anexo 7. Diploma de participación en el Simposio “Hacia un nuevo modelo de gestión de la diversidad biológica”.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

OTORGA EL PRESENTE DIPLOMA A:

Ironne E. Colindres

POR SU PARTICIPACIÓN EN EL SIMPOSIO “HACIA UN NUEVO MODELO DE GESTIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA”.

REALIZADO LOS DÍAS JUEVES 20 Y VIERNES 21 DE ABRIL DE 2017.
CIUDAD DE GUATEMALA, 2017.

PHD. RUBÉN DARIEL VELÁSQUEZ
DECANO
FACULTAD DE CC. Q. Y FARMACIA

M.Sc. FRANCISCO CASTAÑEDA-MOYA
DIRECTOR
CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS

LICDA. ROSALITO BARRIOS
DIRECTORA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Anexo 8. Diploma de participación en la conferencia Caracterización del paisaje sonoro asociado a las carreteras internas del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGIA

Se entrega la presente constancia a:

Ivonne Colindres

Por participar en la conferencia titulada: "**Caracterización del paisaje sonoro asociado a las carreteras internas del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica**".

"Id y enseñad a todos"



Julio Morales Álvarez

Lic. Julio Morales Álvarez
Catedrático de la Escuela de Biología



Rosalito Barrios de Rodas

Licda. Rosalito Barrios de Rodas
Directora de la Escuela de Biología

Guatemala, 12 de mayo de 2017.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGÍA
MUSEO DE HISTORIA NATURAL

Le Otorga el Presente Diploma a:

Br. Ivonne E. Colindres

Por su colaboración en la formación de los voluntarios del Museo
del Museo de Historia Natural impartiendo la conferencia: “Concepto de
Especie”

Ciudad de Guatemala, 18 de mayo de 2017.



Lucía Prado

M.Sc. Lucía Margarita Prado Castro
Museo de Historia Natural

Escuela de Biología y Fisiología
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos de Guatemala

Anexo 10. Diploma de participación en la actividad Día Mundial del Medio Ambiente.



El Jardín Botánico y El Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Otorga el presente diploma a:

IVONNE COLINDRES

Por su participación como expositor (a) en la celebración del "Día Mundial del Medio Ambiente"

Duración 4 horas

Guatemala, 4 de junio del 2017




M. Sc. Lucía Prado
Directora
Museo de Historia Natural


M. Sc. Carolina Rosales de Zea
Coordinadora
Unidad Jardín Botánico



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE INVESTIGACION
EXPLORACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS GÉNEROS
Stenella y *Tursiops* (ORDEN CETACEA) POR EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN
EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2017 - ENERO 2018

IVONNE ELIZABETH COLINDRES
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: Ph. D. CARLOS AVENDAÑO
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: LICDA. JENNIFFER ORTIZ

Vo. Bo. ASESOR DE INVESTIGACIÓN

Vo. Bo. ASESOR DE INVESTIGACIÓN



The image shows two handwritten signatures in black ink, each placed over a horizontal line. The top signature is more stylized and appears to be 'Billy Alquijay'. The bottom signature is more legible and appears to be 'Jeniffer Ortiz'.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACION	3
REFERENTE TEORICO	3
OBJETIVOS	8
HIPOTESIS	8
METODOLOGIA	9
RESULTADOS	11
DISCUSIONES	41
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
ANEXOS	51

RESUMEN

La variabilidad de la distribución de la diversidad biológica puede ser el resultado de diversos fenómenos. El cambio climático se considera como una causa que puede afectar a las especies. Una de las respuestas a este efecto es el cambio en los patrones de distribución. Se considera que los cetáceos son organismos a los que los cambios de temperatura pueden afectarles e influir en su distribución. Con esta investigación se busca el evaluar el efecto del cambio climático en la distribución de los cetáceos de los géneros *Stenella* y *Tursiops*. Determinar las variaciones en los rangos de distribución durante las décadas de los 80, 90 y 2000, y correlacionar la distribución con la variabilidad de temperatura superficial del mar en el Pacífico Oriental.

El conocer como el impacto del cambio climático afecta la biota marina es de gran valor en la toma de decisiones para desarrollar estrategias de conservación y manejo de la biodiversidad. Los análisis a largo plazo permiten identificar los cambios y patrones de zonación que los organismos proyectan como una respuesta a los cambios ambientales. Con este fin se seleccionaron cuatro especies de delfines: *Stenella attenuata*, *Stenella coeruleoalba*, *Stenella longirostris* y *Tursiops truncatus*. Se realizó una búsqueda de registros de avistamientos de las especies en el océano Pacífico Oriental durante los años 80, 90 y 2000 para la elaboración de mapas y así identificar los cambios en los rangos de distribución. Adicionalmente se obtuvieron de distintos cruceros (SWFSC Marine Mammal Survey) datos de las temperaturas superficiales del mar para análisis estadísticos de Cajas de Tukey, Kruskal Wallis, correlación de Spearman y análisis de componentes principales con el fin de encontrar la relación entre distribución y cambios de temperatura que se ilustraron en mapas de temperatura.

Se encontró que si existe un efecto de los cambios de temperatura en la distribución de los delfines. Los años 90 y 2000 son los que presentaron una diferencia en comparación a los años 2000. Todas las especies presentaron un aumento en el rango de distribución con reportes de avistamientos hacia el norte, siendo más visible en *S. coeruleoalba* y *T. truncatus*. Los cambios en la temperatura afectan la disposición de los cetáceos, siendo más evidente el movimiento de delfines en *T. truncatus*, donde se observa un acercamiento y acercamiento de las costas de California. De las cuatro especies *S. longirostris* presentó el rango de distribución más restringido y en el caso de *S. attenuata* se observó un aumento de avistamientos de los años 80 a los 90 en el área del Golfo de California.

Se recomienda que en oportunidades posteriores se realice una búsqueda exhaustiva en diferentes medios, incluyendo publicaciones que contengan datos de avistamiento, con el objetivo de cubrir los vacíos temporales para así obtener resultados más confiables. El incluir factores indirectos tales como batimetría, patrones de migración, estructura de la comunidad, susceptibilidad a los contaminantes y enfermedades y éxito reproductivo puede un marco más completo de cómo se ven afectados los patrones de distribución, así como los fenómenos climáticos como El Niño y La Niña.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático afecta a la diversidad biológica en todos sus niveles, desde especie hasta bioma. Bellard *et al.* (2012), indican que las poblaciones y las especies pueden responder a los desafíos del cambio climático de acuerdo a tres ejes: espacio, tiempo o adaptaciones en sí mismas. Por ejemplo, una adaptación espacial puede ser el cambio en el rango de distribución de la especie, mientras que una adaptación temporal se observa en el retraso o adelanto del periodo migratorio, una adaptación en sí misma involucra cambios fisiológicos y/o etológicos. Es importante conocer como los organismos responden al cambio climático y cuáles son las variables que pueden afectarles tanto en forma directa como indirecta.

Según Simmonds e Isaac (2007), la temperatura es importante en la distribución de especies en los océanos, por lo que es una variable importante a considerar. Esta tendencia se ha reportado por ejemplo en delfines comunes y delfines listados, que han presentado cambios a nivel de población en respuesta al incremento de la temperatura oceánica. MacLeod *et al.* (2005), observaron que a partir de 1988 se incrementó la ocurrencia de especies de aguas cálidas en las costas escocesas y disminuyeron las especies de aguas más frías. Así, el continuo incremento de la temperatura provocará que las comunidades de aguas frías sean desplazadas más al norte o reduzcan su rango de distribución.

En el caso de los cetáceos, la temperatura superficial oceánica puede influir en su distribución. Este estudio busca evaluar si existen cambios en el rango de distribución de los géneros *Stenella* y *Tursiops* en relación al incremento de temperatura superficial del mar durante las décadas de los 80, 90 y 2000 en el océano Pacífico Oriental. Mediante la recopilación de avistamientos georeferenciados de estos organismos se correlacionará la distribución con la temperatura superficial del mar.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático afecta las características físicas, químicas y biológicas de los océanos y costas; los impactos que se han observado a largo plazo en ambientes marinos incluyen el incremento de temperatura (Robinson, *et al.*, 2005). Las alteraciones en los rangos de distribución de los cetáceos son algunos de los efectos causados por los incrementos de temperatura superficial marina, ya que la temperatura ha aumentado a un rango promedio de $>0.1^{\circ}\text{C}$ por década y el calor oceánico global ha aumentado significativamente desde finales de los años 50 (Gibson, Atkinson y Gordon, 2006; Pörtner, *et al.*, 2014).

El evaluar como el efecto del cambio climático afecta la distribución de los cetáceos es de gran importancia para la conservación de los ambientes marinos, estos se consideran como uno de los más vitales para el planeta, desde un punto de vista ecológico y socio-económico. Por ejemplo, la combinación de la presión de pesca y las cambiantes condiciones ambientales llevaron al colapso la pesquería de bacalao a principios de la década de los 90 al oeste de Groenlandia. En respuesta a esto los esfuerzos de pesca se centraron en el camarón. La distribución de la población humana a lo largo de la costa de Groenlandia cambió para poder tener acceso al nuevo recurso (Harley, *et al.*, 2006).

JUSTIFICACIÓN

La distribución de las especies se ve afectada por factores ambientales y antropogénicos. En el caso de los mamíferos marinos los rangos de distribución están definidos por las características físico-químicas del agua y la relación entre la latitud y temperatura (Robinson, *et al.*, 2005; Mann, Connor, Tyack y Whitehead, 2000).

Se sugiere que los mayores impactos del cambio climático será la redistribución de cetáceos de las regiones tropicales y latitudes medias (Evans y Bjørge, 2013), la exploración de la distribución de cetáceos, *Stenella* y *Tursiops*, en el océano Pacífico Oriental puede ser de utilidad para entender esta dinámica.

Conocer el impacto que tiene el cambio climático sobre la biota marina puede orientar la toma de decisiones para el desarrollo de estrategias de conservación y manejo de la biodiversidad, y puede sentar las bases para generar medidas que ayuden a disminuir los efectos negativos del cambio climático.

Es importante el analizar datos a largo plazo para identificar cambios distribucionales y patrones de zonación que muchos organismos reflejan como una respuesta ecológica a los cambios ambientales (Harley, *et al.*, 2006).

REFERENTE TEÓRICO

CAMBIO CLIMÁTICO

El clima es importante para la dinámica terrestre, geológicamente, el clima interviene en la formación de suelos, montañas, determina la naturaleza de ríos, entre otros (Hardy, 2003), biológicamente influye en la distribución de especies, fenología, sincronización biológica, etc. (Lorente, *et al.*, 2004).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), define el cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempos comparables”, y los efectos adversos del cambio climático se definen como “los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos”.

El cambio climático es la variación del estado del clima que persiste durante largos periodos de tiempo, que puede deberse tanto a procesos naturales como a procesos externos que han sido intensificados por actividades antropogénicas persistentes tales como cambios en el uso del suelo y composición de la atmósfera (IPCC, 2014).

Los cambios físicos del cambio climático se han observado en el sistema climático, por ejemplo, la atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo (criosfera) han disminuido, el nivel del mar está incrementando y la concentración de los gases de efecto invernadero han aumentado (IPCC, 2013).

El incremento en la temperatura a lo largo del tiempo ha sido generalmente más elevado en latitudes altas y en algunas regiones continentales medias, muchas de estas tendencias están relacionadas con predicciones del cambio climático por causas antropogénicas (Hardy, 2003). Esta relación se basa en que las actividades humanas han cambiado la composición de la atmósfera terrestre. La emisión de gases de la industria, animales de granja, cambios en el uso de suelo y contaminación de cuerpos de agua son algunas de estas actividades que han incrementado los gases de efecto invernadero; (dióxido de carbono, metano y nitrógeno), provocando alteraciones climáticas (Pittock, 2009).

Algunos científicos consideran que desde el comienzo de la era industrial los humanos hemos traspasado la era del Holoceno, que mantuvo un rango estable que conservaba los procesos del sistema terrestre, entrando así a una nueva era: el Antropoceno (Oldfield y Steffen, 2004; Steffen, Crutzen y McNeill, 2007).

Rockström *et al.* (2009), dieron a conocer el concepto de límites planetarios, con la idea de crear un espacio operativo seguro para la humanidad en la transición del Holoceno al Antropoceno. Los límites planetarios son nueve categorías que contienen valores que nos ayudan a estar dentro de una zona segura y el evitar entrar en los niveles de alto riesgo con consecuencias irreversibles. Una de las categorías incluye a los sistemas oceánicos. Se centra en la acidificación de los recursos oceánicos, los retos que la biodiversidad marina afronta y la habilidad de los océanos de continuar funcionando como un sumidero de dióxido de carbono. La tasa de acidificación es al menos 100 veces más rápida que en cualquier otro momento en los últimos 20 millones de años

CAMBIO CLIMÁTICO Y EL OCÉANO

El sistema climático varía naturalmente en escalas temporales e incluyen huracanes, el patrón inter-anual de la oscilación del Sur (ENSO), los patrones inter-década de las oscilaciones del Atlántico y Pacífico Norte, y los cambios a escala milenaria como las glaciaciones o transiciones inter-glaciares (Harley, *et al.*, 2006). Sin embargo, estas variaciones naturales se han visto alteradas por efecto del cambio climático.

Entre los diversos impactos puede mencionarse el aumento de la temperatura en los océanos. El incremento en la emisión de los gases de efecto invernadero a la atmósfera interviene en la dinámica oceánica, causando una reducción en la habilidad del océano para absorber de dióxido de carbono de la atmósfera como parte natural del ciclo de carbono. La asimilación de dióxido de carbono por los océanos conduce a cambios en la química de los mismos (Warner y Schofield, 2012). La acumulación de gases de invernadero causa que una parte de la radiación solar se refleje nuevamente sobre la superficie terrestre. Esto produce un calentamiento adicional, causando el incremento de temperatura en los océanos y deshielo de los casquetes polares (Marquéz, 2014).

Los océanos se han calentado a profundidades que van de los 700 a 2000m, sin embargo cerca de la superficie el calentamiento es mayor. Los 75 m superiores se han calentado y la temperatura superficial marina ha aumentado de 0.4-0.8°C desde el final del siglo XIX (1957 hasta 2009), por lo que los océanos se han calentado a un rango promedio de >0.1°C por década. Tendencia que puede variar regionalmente, estacionalmente e inter-anualmente, donde los cambios pueden ser grandes durante la Oscilación del Sur (ENSO)

con altas frecuencias (3-4 años) y bajas frecuencias (5-7 años). El calor oceánico global ha aumentado significativamente desde finales de los años 50, donde se proyecta que el promedio de la temperatura superficial aumentará de 1.4-5.8°C en el periodo de 1990-2100. Más del 60% del incremento neto de energía se ha almacenado en la capa superior del océano (0-700 m) entre 1971 y 2010, y aproximadamente el 30% se ha almacenado en el océano por debajo de 700 m. (Gibson, Atkinson y Gordon, 2006; IPCC, 2013; Pörtner, *et al.*, 2014).

Los sistemas marino costeros se consideran como uno de los más vitales para el planeta, desde un punto de vista ecológico y socio-económico. Los cambios en las tendencias climáticas han desencadenado respuestas en la biota debido a los incrementos de temperatura, por lo que se predice que las distribuciones y las abundancias de las especies cambiarán en respuesta a la tolerancia termal y habilidad de adaptación (Harley, *et al.*, 2006).

CAMBIO CLIMÁTICO Y CETÁCEOS

Se considera a la temperatura como un factor importante que define la distribución de los cetáceos, muchas especies se han desarrollado para vivir entre ciertos rangos de temperatura con la habilidad de cambiar distribuciones entre los océanos. Sin embargo, la vulnerabilidad puede afectar los rangos de expansión (Simmonds y Elliott, 2009).

Los cetáceos pueden afrontar pocas barreras y se espera que tengan alta adaptabilidad a los cambios naturales. Sin embargo, el cambio climático y los incrementos de temperatura superficial del mar han afectado los rangos de distribución. La imposibilidad de muchos cetáceos de no poder moverse a aguas más frías, tiene implicaciones negativas causando un decline en abundancias y fragmentación de la distribución. Las variaciones de temperatura pueden influir dando a lugar una reorganización de la biodiversidad. En cetáceos como *Phocoena sinus*, con una distribución restringida, tiene pocas probabilidades de expandir su rango de distribución. Por lo que está limitado a las aguas cálidas del Golfo de California, siendo incapaz de moverse para buscar aguas más frías, incluso encontrar alimento si las altas temperaturas limitan la disponibilidad de presas; siendo estos organismos los más vulnerables a los cambios climáticos (Simmonds y Elliott, 2009; Whitehead, McGill y Worm, 2008).

Algunas especies y poblaciones, incluyendo los que tienen un rango de distribución limitado, como es el caso de vaquita *Phocoena sinus*, o en aquellos a los cuales el hielo marino provee una parte importante de su hábitat como en el caso de las narwhals, *Monodon monoceros*, *Balaena mysticetus* y beluga *Delphinapterus leuca*, ballenas y osos polares *Ursus maritimus*. Existe preocupación acerca de estas especies porque migran hacia zonas utilizadas para la alimentación en regiones polares. Los cambios ocasionados a las zonas polares por efecto climático es una de las principales causas de cambios en las poblaciones de estos organismos (Simmonds y Elliott, 2009).

ORDEN CETACEA

El Orden Cetacea comprende 89 especies que se encuentran divididas en dos subórdenes, Odontoceti (ballenas con dientes) y Mysticeti (ballenas barbadas). El grupo de los Odontoceti contiene 75 especies distribuidas en 10 familias, de las que la mayor diversidad (78%) se encuentra distribuida en las familias Delphinidae (37 especies) y Ziphiidae (22 especies). Se considera que es uno de los grupos taxonómicos que abarca a la mayoría de los cetáceos. Los odontocetos son cetáceos de pequeña a mediana talla, a excepción de los cachalotes que llegan a medir al menos 18 m (Committee on Taxonomy, 2014; Jefferson, Leatherwood y Webber, 1994; Parsons, Bauer, McCafferty, Simmonds y Wright, 2013).

FAMILIA DELPHINIDAE

A esta familia pertenecen los delfines, que son el grupo más grande de los odontocetos. Esta familia es muy diversa en tamaños, la mayoría comparten un pico prominente, dientes cónicos y una aleta dorsal falcada grande cerca de la parte media de la espalda. Dentro de esta familia se encuentran los géneros *Stenella* y *Tursiops* (Jefferson, Leatherwood y Webber, 1994).

Stenella

Se pueden encontrar en zonas pantropicales, movilizándose entre las zonas tropicales y subtropicales. Se restringen a zonas oceánicas y se observan cerca de la costa cuando el agua de las profundidades se acerca a la orilla. Los adultos pueden medir hasta 2.5 m, siempre la hembra teniendo menor tamaño que los machos (Jefferson, Leatherwood y Webber, 1994).

El delfín manchado, *Stenella attenuata*, es de distribución pantropical, habitando aguas tropicales, subtropicales y aguas tibias-templadas entre los 40°N y 40°S. Llega a tener una longitud de 1.62 a 2.57 m, con un peso reportado de 119 kg (Perrin, 2001). Su cuerpo es esbelto, tiene una aleta dorsal falcada, un hocico largo con la punta blanca, el cual está claramente separado del melon. Su principal característica es la presencia de manchas claras sobre un manto oscuro en el dorso (Carwardine, 2002).

El delfín listado, *Stenella coeruleoalba*, tiene el cuerpo fusiforme, se le considera un delfín robusto, el espécimen reportado como el más largo era de 2.56m y el más pesado de 156 kg. El promedio de longitud es de 2.36m para machos y 2.20m para hembras. Tiene bandas en las aletas de coloración azul oscura o negro azulado. Algunos especímenes carecen del resplandor espinal, Tienen una banda o línea oscura que va del ojo al recto, la cual puede presentar variaciones. Su distribución se extiende a aguas tibias-templadas, se han documentado tanto al este como al oeste del Pacífico (Archer y Perrin, 1999).

El delfín tornillo, *Stenella longirostris*, tiene un rostro largo y estrecho con una demarcación distintiva en la parte frontal de la cabeza (melon). Se

caracteriza por una aleta dorsal de forma triangular o subtriangular, y por una coloración gris uniforme. La longitud puede ser de 1.29 a 2.35 m con un peso de 23 a 28 kg. Incluye tres subespecies, *S. l. longirostris*, de aguas pelágicas profundas tropicales en el océano Atlántico, Indico, centro, sur y oeste del Pacífico. *S. l. orientalis*, se localiza aproximadamente a 120 km de la costa de Guatemala en el este tropical del Pacífico. *S. l. centroamericana* se localiza en el Pacífico, costa este desde el Golfo de Tehuantepec hasta el Golfo de Panamá (Perrin, 1998). En el área de estudio se observan únicamente las dos últimas subespecies.

Tursiops

Se encuentran principalmente en las costas en las regiones de aguas tropicales y templadas. La densidad poblacional aparenta ser más alta cerca de la costa, pero se conoce que también habitan las zonas pelágicas. Los adultos pueden medir de 1.9-3.8 m, donde usualmente las hembras tienen un menor tamaño que los machos. El peso máximo es de al menos 650 kg (Jefferson, Leatherwood y Webber, 1994).

El delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus*, se encuentra en aguas templadas y tropicales. Algunas poblaciones viven cerca de la orilla y otras más hacia mar adentro. Su cuerpo es robusto, de color gris a marrón, tiene una longitud de 2 a 4 m y un peso de 150 a 650 kg. Tienen un hocico bien definido que luce como una botella, dándole así su nombre común (Wells y Scott, 2002).

El movimiento de los odontocetos varía más en escala dependiendo de los rangos geográficos y las especies. Los movimientos grandes se dan usualmente en los odontocetos oceánicos, como es el caso de *Stenella*. Por otro lado, *Tursiops*, exhibe un amplio espectro de movimientos incluyendo residencias periódicas y movimientos ocasionales de amplio rango (Gibson, Atkinson y Gordon, 2006; Pörtner, *et al.*, 2014).

Se considera que el cambio climático afecta a mamíferos marinos. En el caso de *Stenella* utiliza “áreas críticas” para forrajeo y apareamiento, dichas áreas son más utilizadas que otras y son las que tienen una mayor probabilidad de sufrir los efectos del cambio climático (Simmonds y Elliott, 2009).

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el efecto del cambio climático en la distribución de los cetáceos de los géneros *Stenella* y *Tursiops*.

ESPECÍFICOS

- Determinar las variaciones en los rangos de distribución de *Stenella* y *Tursiops* durante las décadas de los 80, 90 y 2000 en el Pacífico Oriental.
- Correlacionar la distribución de *Stenella* y *Tursiops* con la variabilidad de temperatura superficial del océano en el Pacífico Oriental.

HIPÓTESIS

El cambio climático, particularmente los cambios en la temperatura superficial del mar, influye en los patrones de distribución de cetáceos en el Pacífico Oriental durante las décadas de los 80, 90 y 2000.

METODOLOGÍA

DISEÑO

POBLACIÓN

Población de cetáceos del Pacífico Oriental.

MUESTRA

Individuos de las especies *Stenella attenuata*, *Stenella coeruleoalba*, *Stenella longirostris* (incluyendo las subespecies *S. l. orientalis* y *S. l. centroamericana*) y *Tursiops truncatus* reportados para el océano Pacífico Oriental.

CONTROL

Ninguno

TRATAMIENTOS

Variabilidad de temperatura superficial del mar medida por décadas (80's, 90's y de los años 2000 a la actualidad)

DISTRIBUCION ESPACIAL

Océano Pacífico Oriental

DISTRIBUCION TEMPORAL

Datos sobre los individuos de los géneros *Stenella* y *Tursiops* durante las décadas de los 80, 90 y de los años 2000 a la actualidad.

VARIABLES DEPENDIENTES

Presencia de las especies de *Stenella* y *Tursiops*.

VARIABLES INDEPENDIENTES

Temperatura superficial del mar

TECNICAS UTILIZADAS EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó una búsqueda de registros de las especies de los géneros *Stenella* y *Tursiops* en bases de datos internacionales del Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y del Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations, (OBIS-SEAMAP). Se realizó una depuración de los datos y se creó una base conteniendo: las especies de *Stenella* y *Tursiops* reportados para el océano Pacífico Oriental, localidad del registro, las coordenadas geográficas y el año en que se registró el avistamiento (Ramírez-Villegas, Khoury, Jarvis, Debouck y Guarino, 2010).

Los datos de las temperaturas superficiales del mar para los análisis estadísticos se obtuvieron de los reportes de distintos cruceros (SWFSC Marine Mammal Survey). Se usaron imágenes (shapes) de mapas de temperatura del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) y del National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) para la representación gráfica de los cambios de temperaturas anuales.

ANÁLISIS DE DATOS

Se elaboraron mapas de distribución con el programa QGIS 2.14 para cada una de las especies a evaluar con el objetivo de identificar cambios en el rango de distribución. Adicionalmente se proyectaron los puntos georreferenciados sobre mapas de temperatura superficial del mar reportados por la NOAA como una representación gráfica entre distribución y temperatura. Cabe mencionar que los mapas elaborados por la NOAA utilizan periodos anuales que difieren del rango temporal trabajado en esta investigación. Por lo que su utilización es meramente una representación gráfica.

Se emplearon Cajas de Tukey (boxplots) para visualizar cambios en la mediana de las abundancias de cada especie con relación a la latitud y la temperatura superficial del mar (SST), a través de un análisis de Kruskal Wallis por cada década (Ross, 2007). Se tomó en cuenta la latitud únicamente para este análisis por considerar que la variación latitudinal implica cambios en la temperatura (Micu, Dumitrescu, Cheval y Birsan, 2014).

A la base de datos se le incluyó una columna con la temperatura superficial del mar, que se utilizó para los análisis de correlación no paramétrica de Spearman para encontrar la relación entre las especies de los géneros *Stenella* y *Tursiops* con las temperaturas superficiales del mar reportadas para esas fechas; además de verificar relaciones con la latitud y longitud geográfica.

Adicionalmente se realizó un análisis de componentes principales para evaluar la relación entre las variables de: a) Temperatura superficial del mar (SST día, SST mes, SST año), b) Latitud, c) Longitud y d) abundancia de individuos (n). Este análisis ayuda a estudiar las relaciones que existen entre p variables correlacionadas transformando el conjunto de variables originales en otro conjunto de nuevas variables que conforman los componentes principales, donde usualmente el primer componente es el que explica mejor la varianza (Serrano, 2003).

INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Para esta investigación se hizo uso de computadora y del programa QGIS 2.14, para la elaboración de mapas y se utilizó el programa Microsoft® Office Excel® 2013, para la tabulación de los datos. Para el análisis de datos se utilizó el programa PAST 3.06.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 3,665 datos georeferenciados para la década de los años 80, de los cuales se analizaron estadísticamente 1,363 datos. Para la década de los años 90 se georeferenciaron un total de 5,220 y se analizaron 2,748 datos. Finalmente, para los años 2000 a la actualidad se obtuvieron 3,424 datos georeferenciados y 2,575 datos fueron analizados. La cantidad de datos obtenidos y analizados por especie se desglosan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Datos utilizados en el análisis para las especies *S. attenuata*, *S. coeruleoalba*, *S. longirostris* y *Tursiops truncatus*.

	AÑOS 80		AÑOS 90		AÑOS 2000	
	Datos georeferenciados	Datos analizados	Datos georeferenciados	Datos analizados	Datos georeferenciados	Datos analizados
<i>S. attenuata</i>	642	341	1034	693	1041	959
<i>S. coeruleoalba</i>	829	496	911	667	586	567
<i>S. longirostris</i>	486	256	568	412	616	463
<i>T. truncatus</i>	1708	270	2707	976	1181	586

Con respecto a la abundancia de individuos para *S. attenuata*, *S. coeruleoalba*, *S. longirostris* y *Tursiops truncatus*, el análisis de Kruskal-Wallis ($H= 49.23$) indica que existe una diferencia significativa entre los tres tratamientos, $p<0.001$ ($2.03E-11$), donde los años 90 y los 2000 presentan una diferencia con los años 80. En el cuadro 2 se observa que los años 2000 fueron los que presentaron mayor variabilidad y abundancia de individuos.

Cuadro 2. Valores estadísticos para los años 80, 90 y 2000 en relación a la abundancia de individuos.

	Med	N	Coef. Var.
80's	45	111539	143.94
90's	28	164215	199.22
2000	37	199288	207.35

Med= mediana, N= abundancia de individuos por década, Coef.Var.= coeficiente de variación

De igual manera se dio una diferencia significativa ($H=91.79$) entre los tres tratamientos en relación a los cambios de temperatura, $p<0.001$ ($1.158E-20$). En el cuadro 3 se puede observar las temperaturas mínimas y las máximas para la década de los 80, 90 y años 2000, donde en la década de los 90 se reportó la temperatura más elevada. Los años 2000 son los que presentaron un coeficiente de variabilidad mayor. Se debe tener en consideración que no se tienen completos los datos para todos los años considerados como parte de los 2000.

Cuadro 3. Valores estadísticos para los años 80, 90 y 2000 en relación a los cambios de temperatura.

	Med	Tmax	Tmin	Coef. Var.
80's	26.85	29.32	17.78	6.56
90's	27.075	30.37	13.95	10.5
2000	27.45	29.62	13.88	10.75

Med= mediana, Tmax=temperatura máxima, Tmin=temperatura mínima, Coef.Var.= coeficiente de variación

Stenella attenuata

Cambios en el rango de distribución

En la figura 1, se observa el rango latitudinal en el cual se han reportado avistamientos de *S. Attenuata* a través de las décadas estudiadas. Se distingue que entre los años 80 a 90 el rango latitudinal se extendió hacia el norte, pasando de los 23°N a los 25°N con un registro inusual a los 29°N. Sin embargo entre los años 90 a 2000, la mayoría de avistamientos se ubicaron entre los 7.5°N y 22.5°N, aunque si se cuenta con varios avistamientos, considerados extremos, entre los 22.5°N y 27°N.

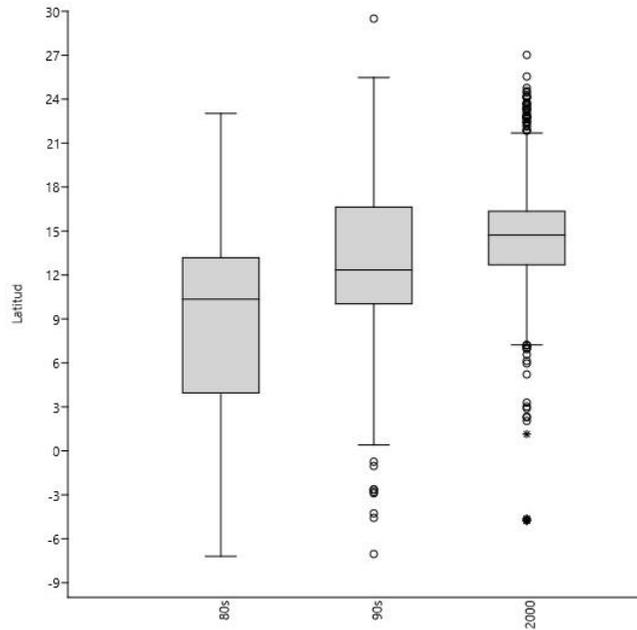
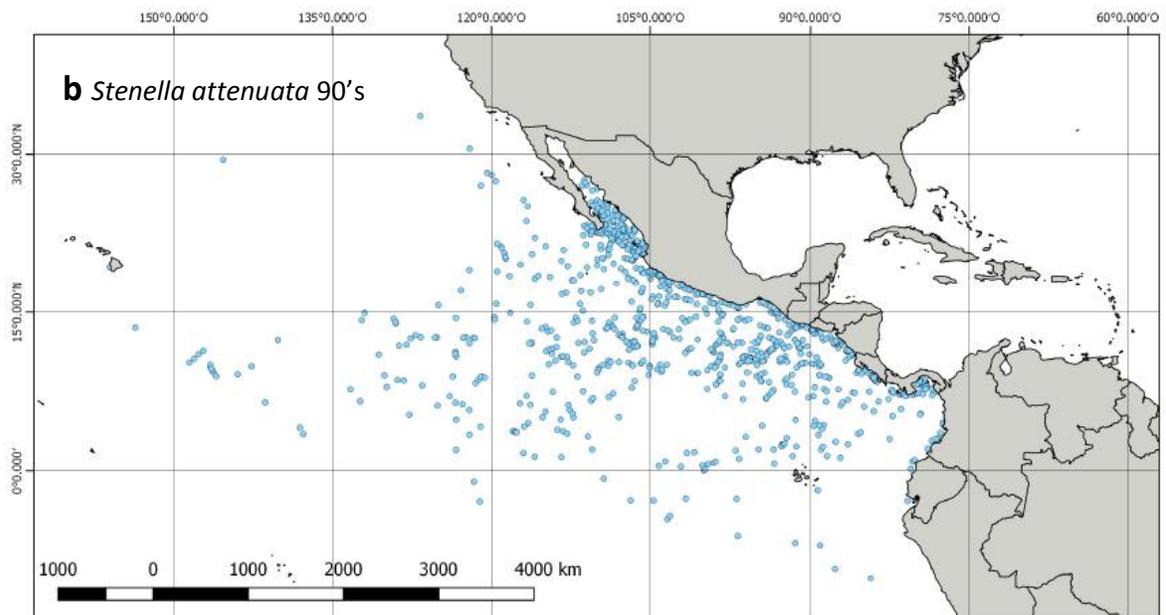
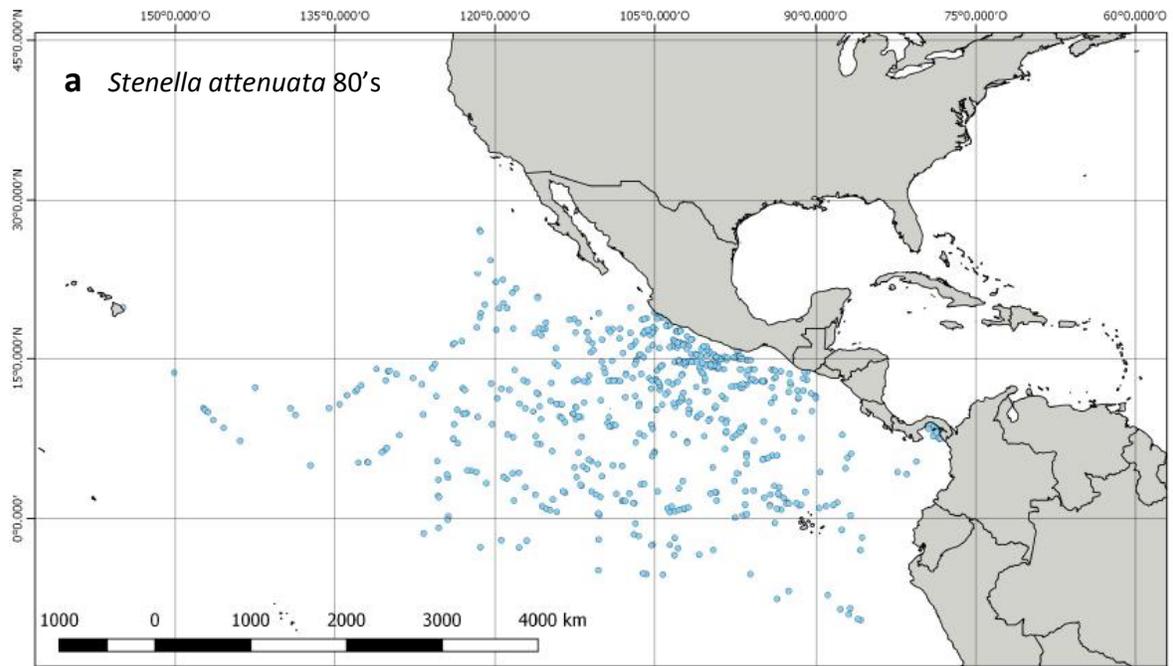


Figura 1. Comparación entre décadas de la distribución latitudinal de *S. attenuata*

Con respecto a la relación latitud y presencia de *S. attenuata*, se puede observar que durante la década de los 80 el rango latitudinal se extendía desde el sur del Ecuador (latitud mínima -7.2) sin sobrepasar los 30°N donde la latitud máxima reportada fue de 16.13 (figura 2a). Para la década de los 90 el rango latitudinal se modificó cercano a los 30°N, con la latitud máxima reportada de 29.5 (figura 2b), además se reportaron avistamientos en el Golfo de California, no reportados en los años 80 según los recorridos de los cruceros SWFSC Marine Mammal Survey (ver anexos). Los rangos de distribución para los años 2000 se mantuvieron entre los 30°N (latitud máxima de 27.02) y 15°S (latitud mínima de -4.65). Se reportaron de avistamientos en el área del Golfo de California como en los años 90 (figura 2c).



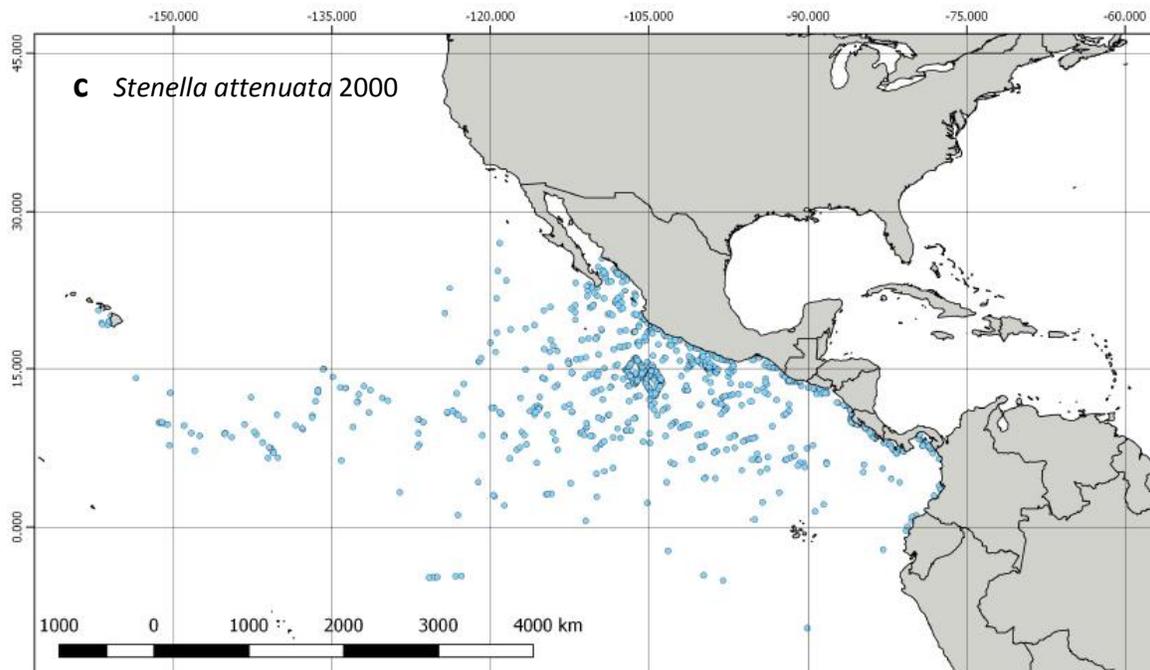


Figura 2. Distribución de *Stenella attenuata* para la década de los 80 (a), 90 (b) y de los años 2000 a la actualidad (c).

Relación entre distribución y temperatura superficial del mar

En la figura 3 se observa la variación en cuanto a la presencia de la especie y la temperatura superficial del mar. Se percibe una disminución en el rango de temperaturas, siendo más extenso en los años 80 (de 18.7 a 31°C) y más estrecho en los años 2000 (de 19.6 a 31.4°C). Sin embargo, a pesar de que el rango se redujo, se observa que el 50% de avistamientos de los años 2000 se aglomeró en áreas con temperaturas de 1° o 1.5° por encima de lo reportado en el 50% de avistamientos durante la década de los 80's. En los tres tratamientos no se sobrepasan los 32.4°C, con temperaturas máximas reportadas de 30.9, 30.7 y 31.4°C para las décadas de los años 80, 90 y años 2000 respectivamente.

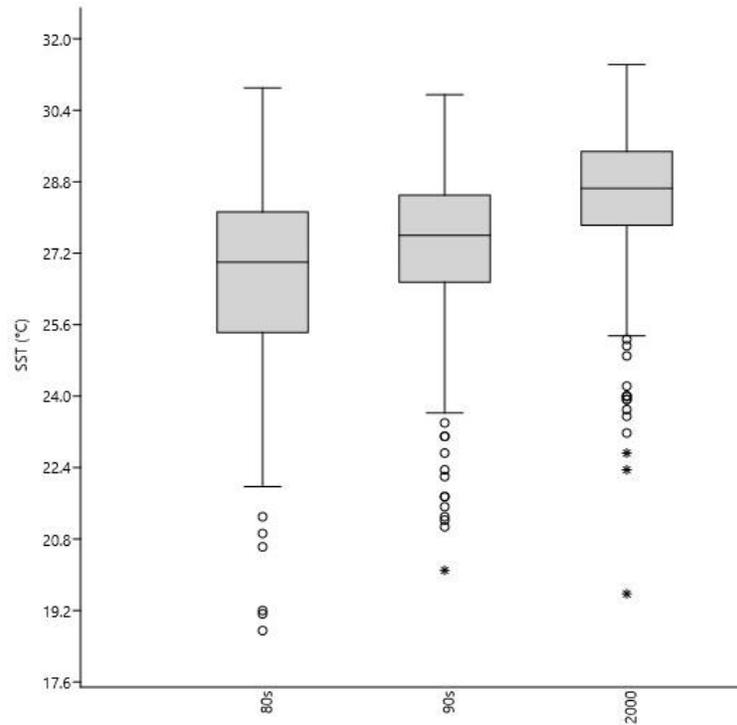
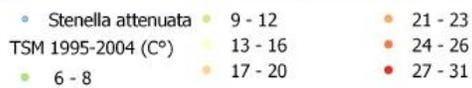
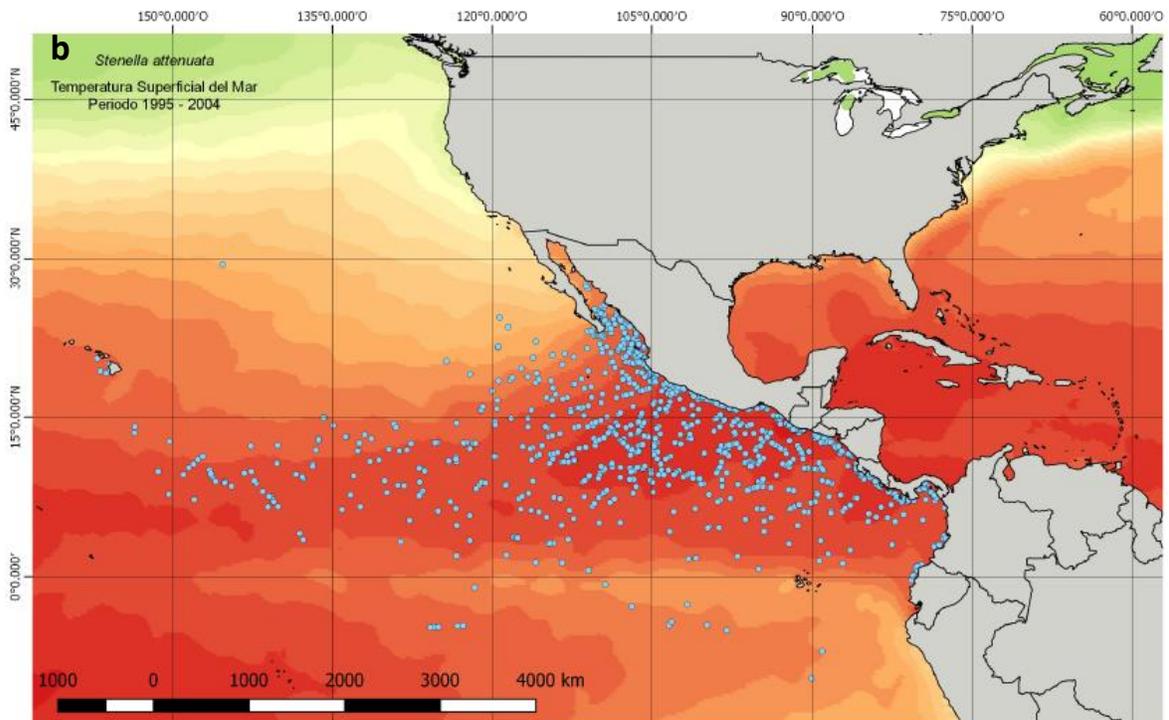
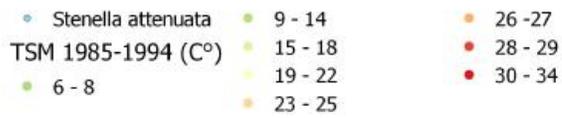
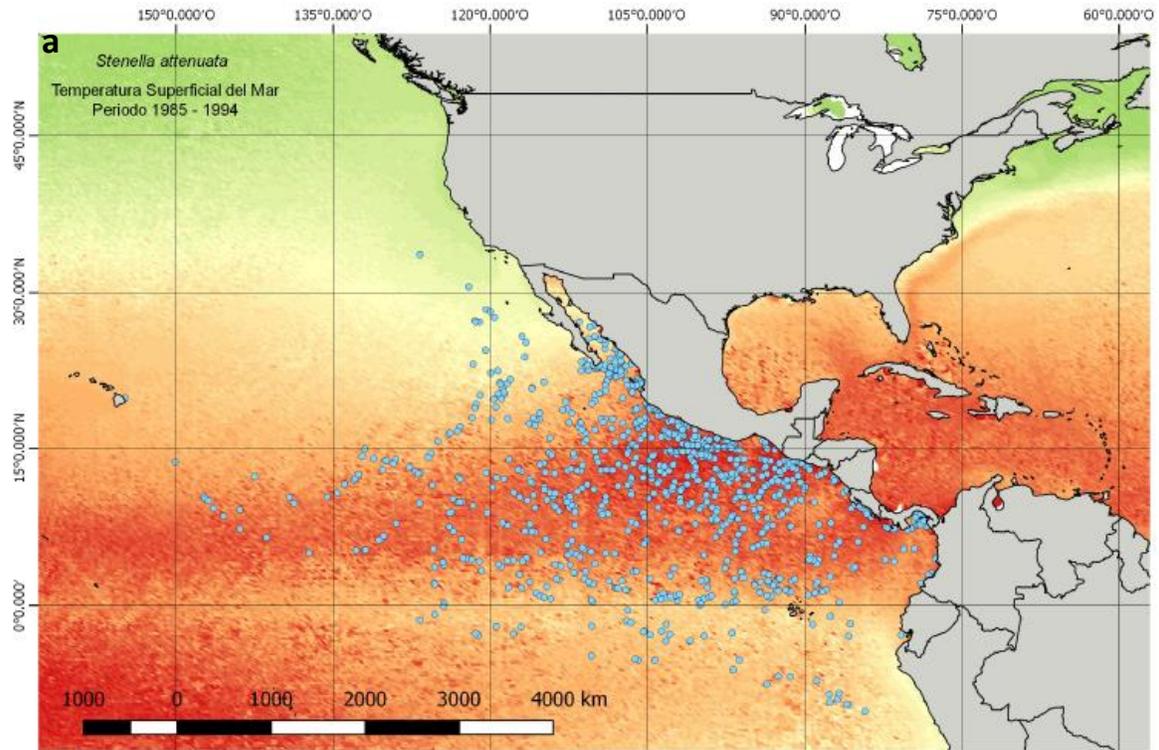


Figura 3. Comparación entre la presencia de *S. attenuata* y la temperatura superficial del mar a través de las décadas 80, 90 y 2000.

En la figura 4 (a, b y c) se ilustra la distribución de *S. attenuata* durante los periodos comprendidos de 1985 a 1994, 1995-2004 y 2005 a 2012. Se observa que la distribución se mantiene en aguas cálidas y cerca de las zonas costeras de México y en la boca del Golfo de California, así como las zonas costeras de Centroamérica. Sólo se reportan algunos registros en aguas más frías y templadas durante el periodo de 1985 a 1994.



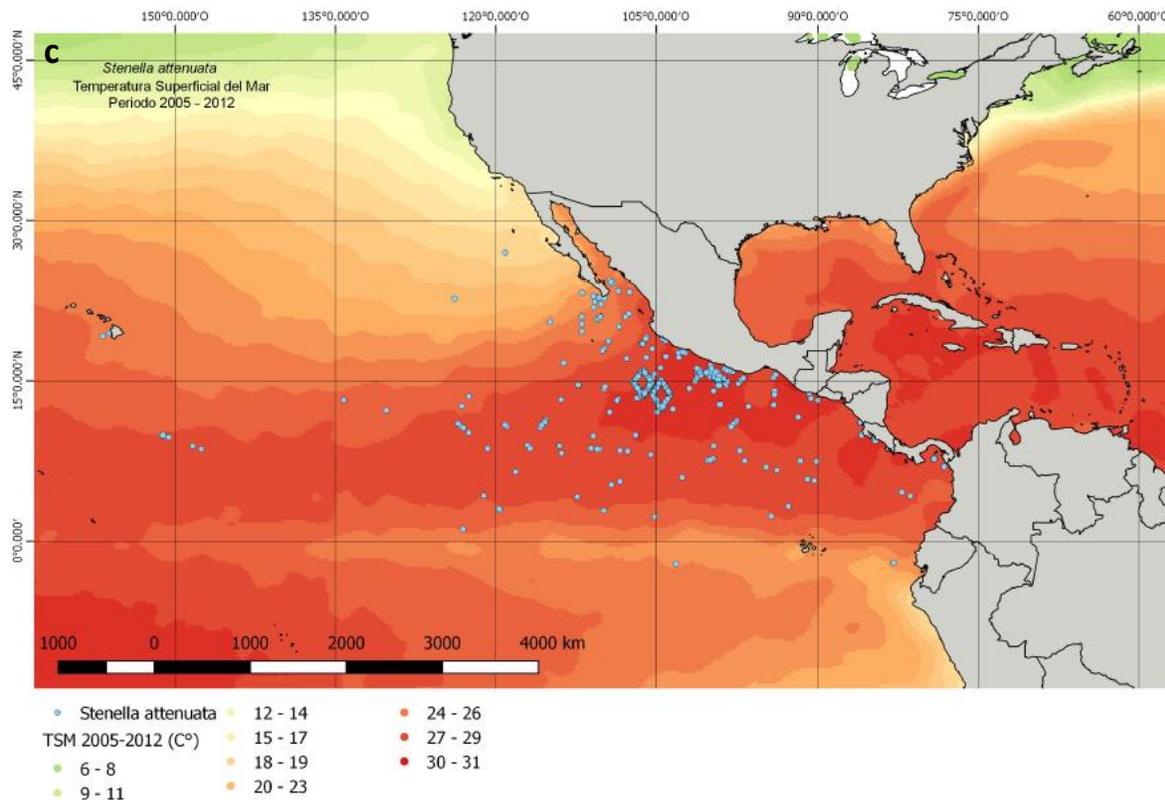


Figura 4. Distribución de *S. attenuata* en relación a las temperaturas superficiales del mar (TSM) promedio durante los periodos 1985-1994 (a), 1995-2004 (b) y 2005-2012 (c).

Análisis de componentes principales y correlación

De acuerdo al análisis de componentes principales para *S. attenuata*, figura 5, se observa la relación entre las variables para los tres tratamientos (80, 90, 2000), las temperaturas SST_día y SST_mes se encuentran relacionadas con la latitud y la cantidad de individuos (abundancia) reportados en cada avistamiento. El componente principal 1 es el que más representa la variabilidad de la relación multivariada (35.97%), mientras que el componente 2 representa un 21.04%. Los valores para latitud son de 0.373 y -0.607 para el componente 1 y 2 respectivamente. En el caso de la longitud los valores son de 0.220 y 0.685.

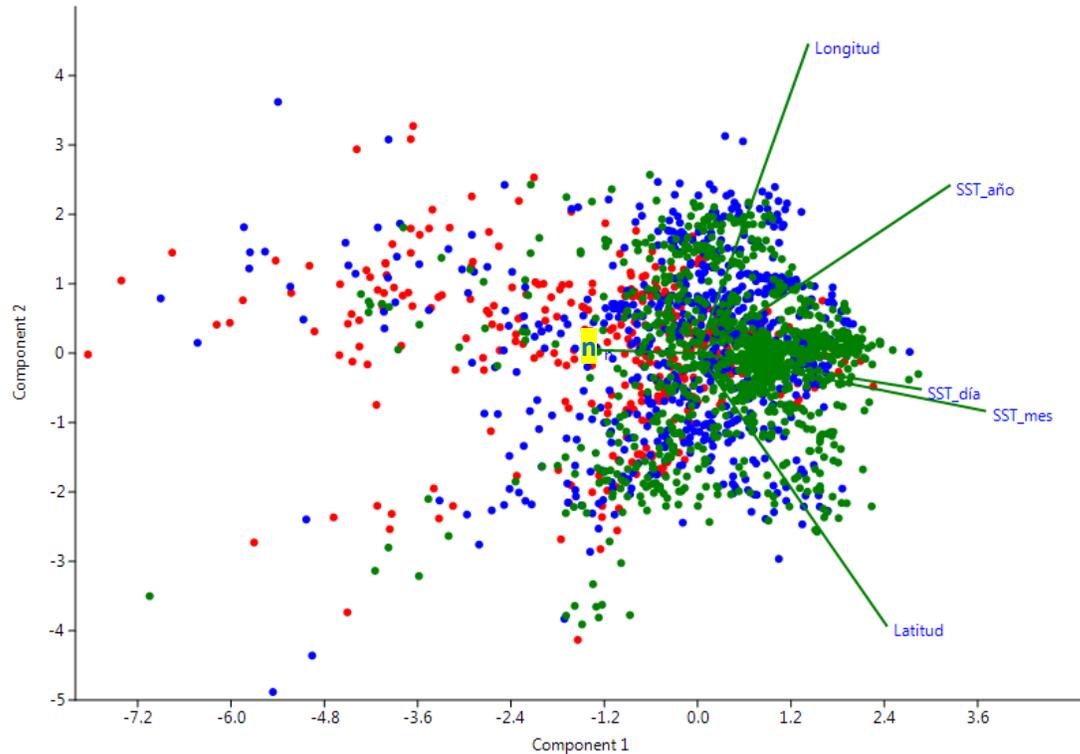


Figura 5. Análisis de componentes principales de *S. attenuata* para los años 80 (rojo), 90 (azul) y años 2000 (verde).

El análisis de correlación muestra valores de $p < 0.01$, por lo que existe una relación entre la abundancia de individuos y las variables ambientales. Los valores de p reportados son $p = 0.000376$ para latitud, $p = 4.19E-10$ para longitud y $p = 4.12E-13$ para la temperatura. Los valores de r reportados son: $r = -0.07$, $r = -0.13$ y $r = -0.16$ respectivamente.

Stenella coeruleoalba

Cambios en el rango de distribución

Se observa que el rango de distribución para *S. coeruleoalba* se extiende hacia el norte (figura6). Los reportes de avistamientos para los años 80 no sobrepasan los 25°N. Sin embargo, para los años 90 se observa un cambio en el rango de distribución, con reportes de avistamientos hasta los 35°N y con avistamientos inusuales hasta los 42°N. Los avistamientos para los años 2000 mantienen la misma tendencia hacia latitudes norte como en los años 90 con avistamientos reportados a los 41°N.

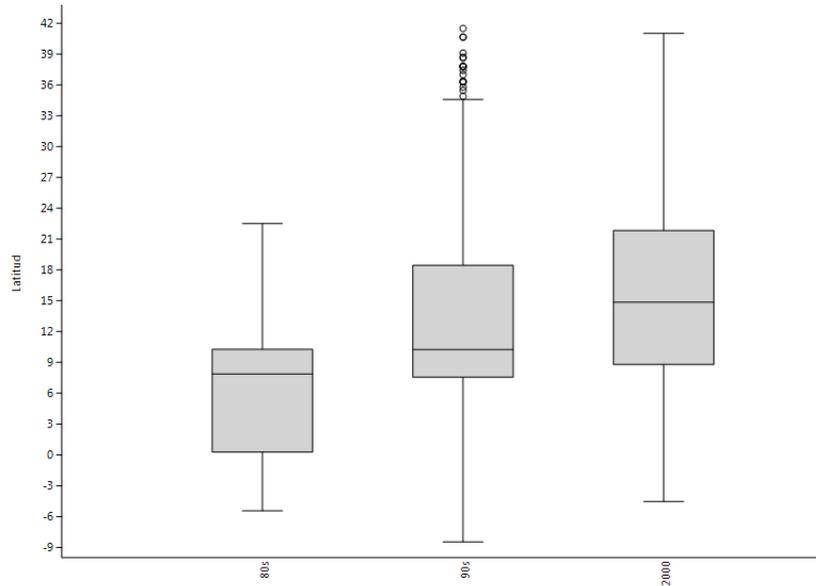
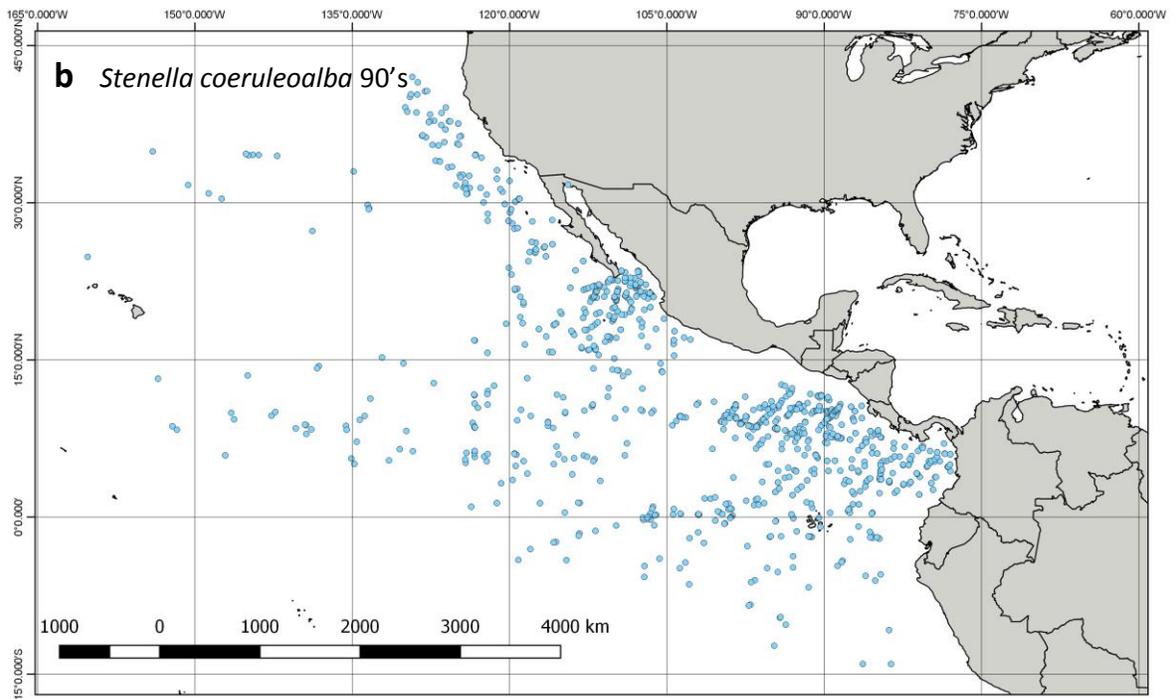
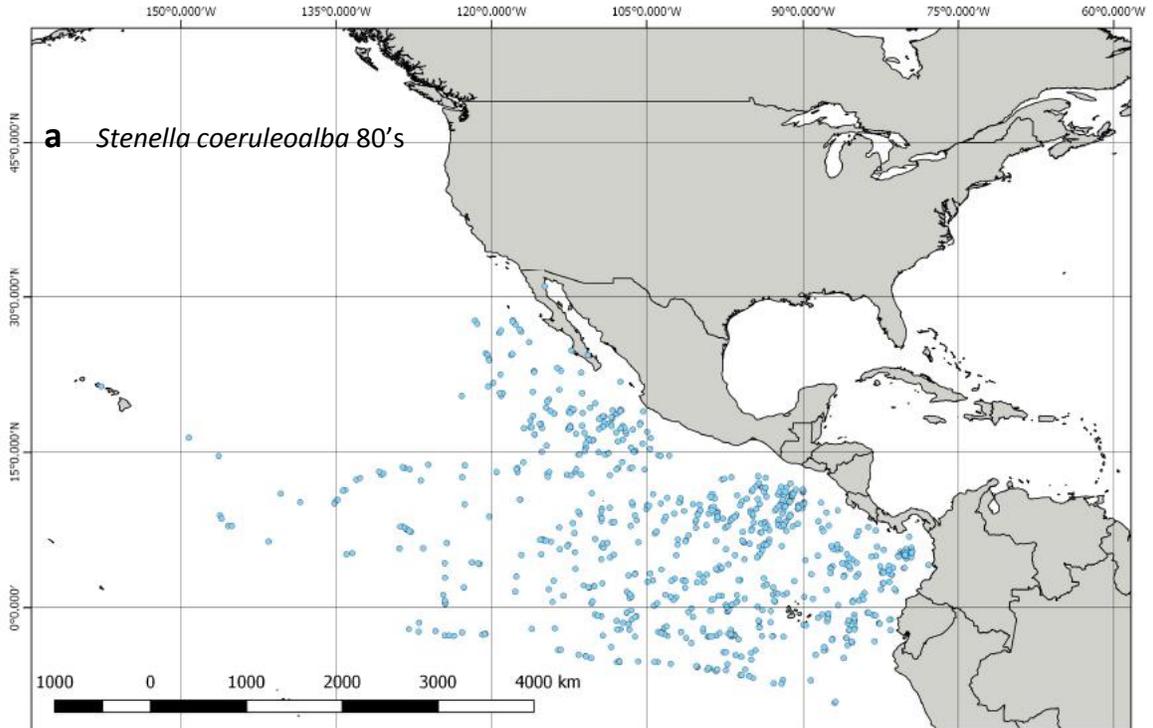


Figura 6. Comparación entre décadas de la distribución latitudinal de *S. coeruleoalba*

En los mapas se observa como se ha dado el cambio en el rango de distribución en base a los avistamientos reportados para *S. coeruleoalba*. Durante la década de los 80 (figura 7a) se reportaron avistamientos en el rango los 15°S y los 30°N (latitud mínima y máxima reportada -5.45 y 22.5 respectivamente), mientras que durante la década de los 90 el rango se ve ampliado, sobrepasando los 30°N (latitud máxima de 41.49) reportándose más avistamientos frente a las costas de California y el estado de Oregon. Además se reportan más avistamientos hacia el oeste (150°W). Así mismo se reportan más avistamientos de *S. coeruleoalba* en la boca del Golfo de California en comparación a la década anterior (figura 7b). Finalmente, para los años 2000 (figura 7c), el rango de distribución muestra un patron similar a la década de los 90. Los avistamientos no sobrepasan los 45°N (latitud máxima de 41.0). De acuerdo a los reportes de avistamientos, tampoco se sobrepasan los 150°W.



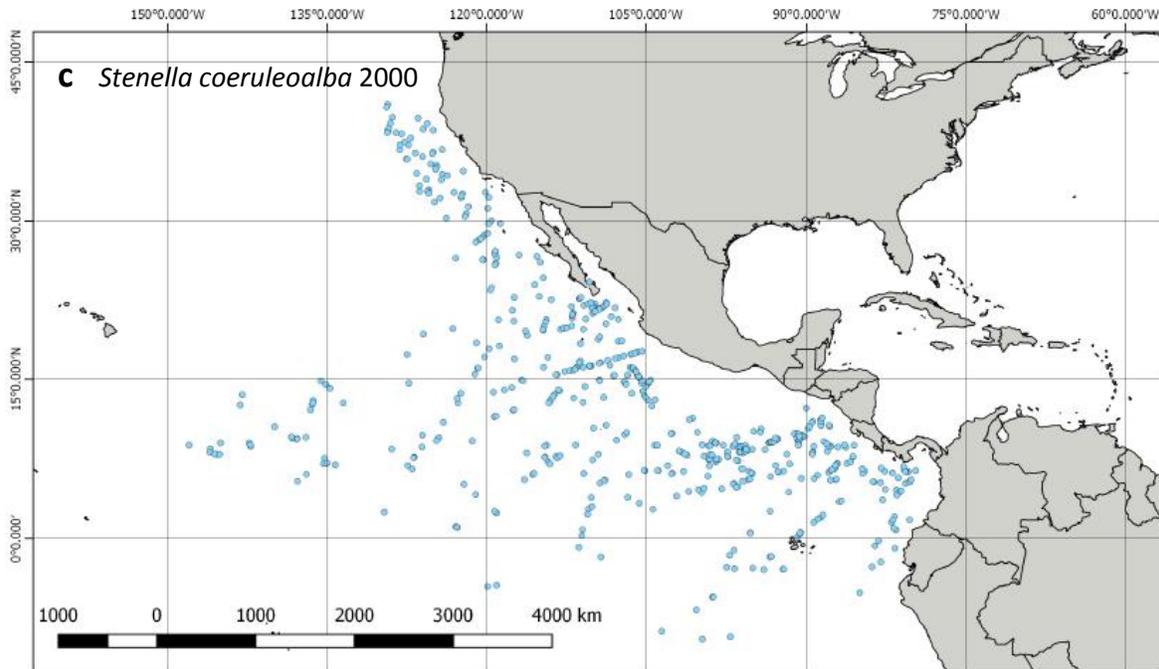


Figura 7. Distribución de *Stenella coeruleoalba* para la década de los 80 (a), 90 (b) y de los años 2000 a la actualidad (c).

Relación entre distribución y temperatura superficial del mar

Para *S. coeruleoalba* se observa una ampliación del rango de avistamientos con relación a la temperatura de los años 80 a los 90 (figura 8), donde se reportan temperaturas máximas de 29.6 y 30.4 respectivamente con reportes de avistamientos inusuales a los 14.02°C y a los 15.3°C en los años 90. Para los años 2000 se observa que el rango de distribución es levemente mayor al reportado en los años 90 con una temperatura máxima reportada de 31.05°C.

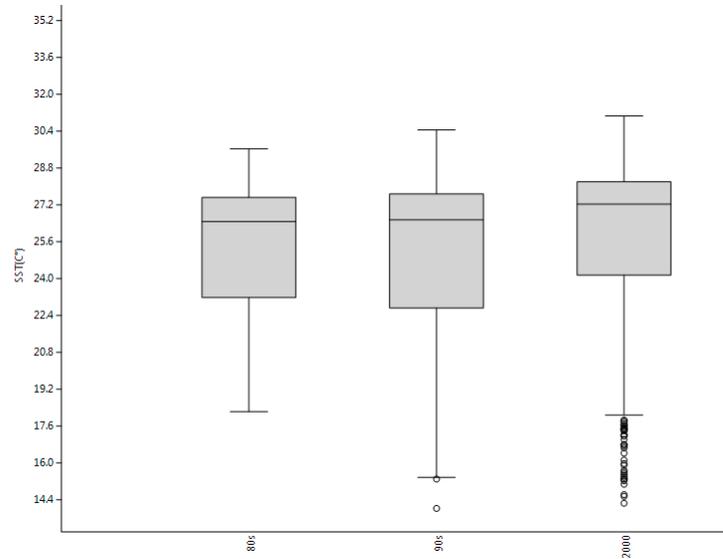
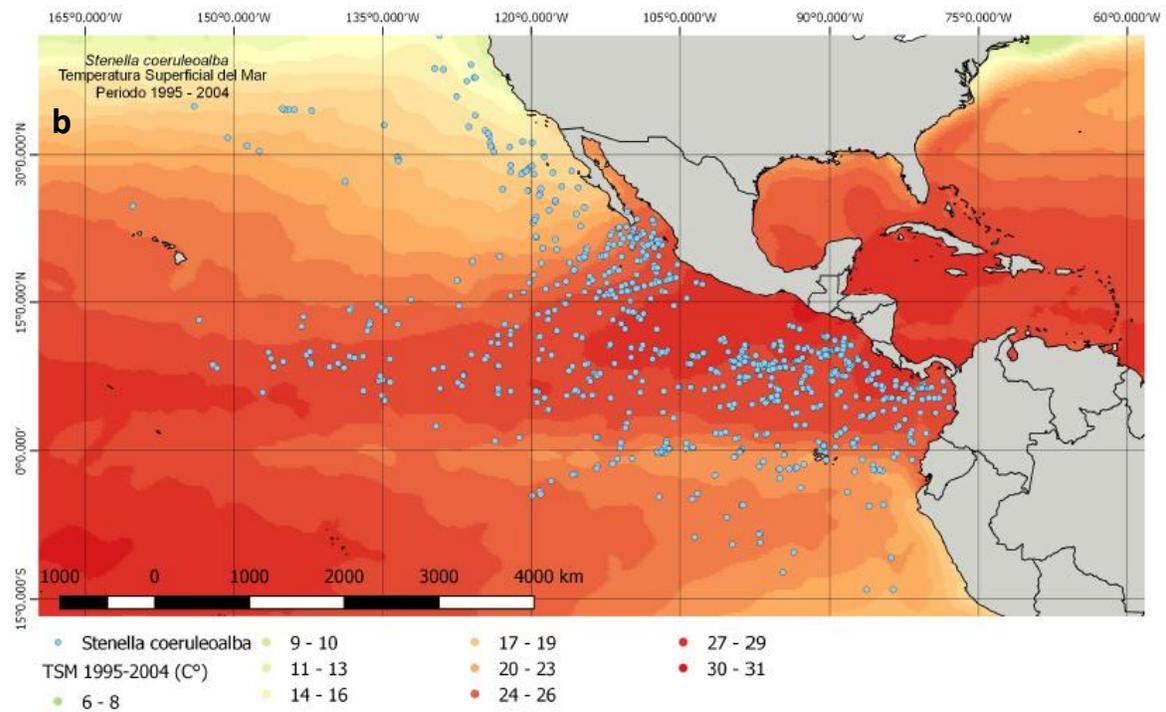
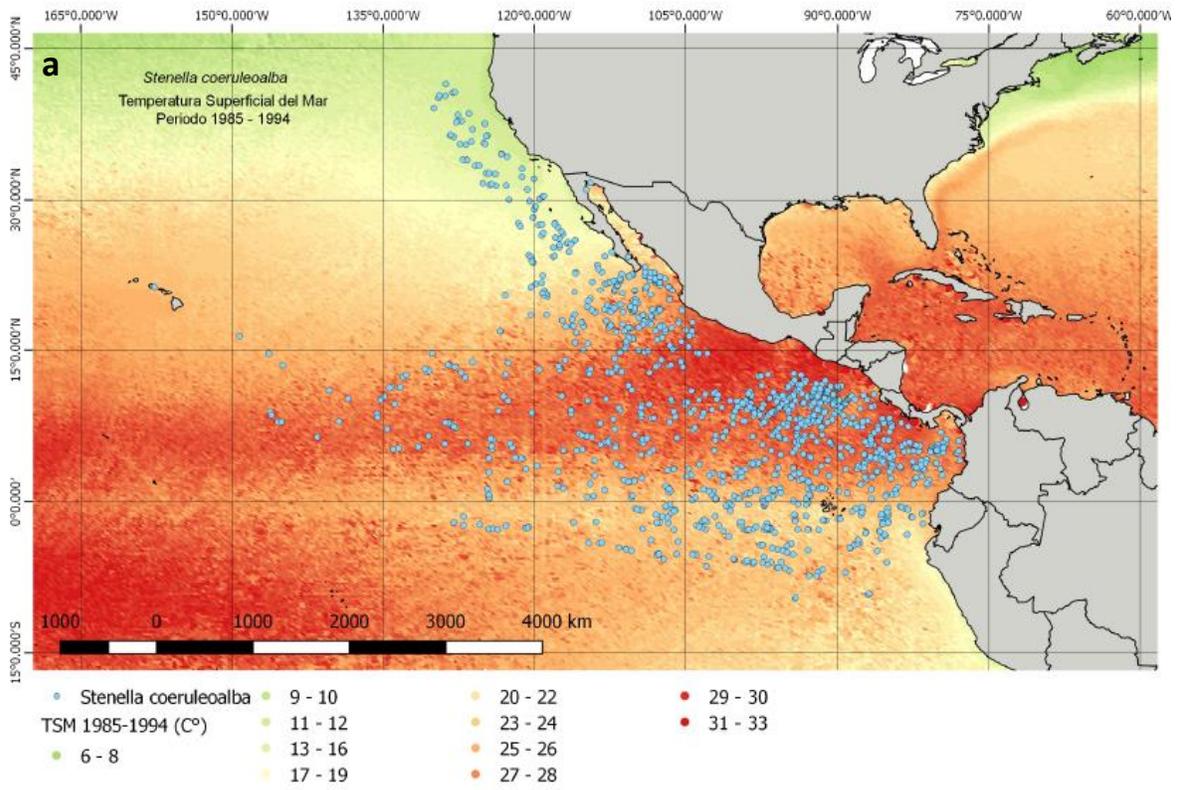


Figura 8. Comparación entre la presencia de *S. coeruleoalba* y la temperatura superficial del mar a través de las décadas 80, 90 y 2000.

En la figura 9 (a, b y c) se ilustra la distribución y la temperatura superficial del mar para los periodos 1985-1994, 1995-2004 y 2005-2012 respectivamente. Se observa como *S. coeruleoalba* evita las aguas con temperaturas más elevadas, como ocurre en un amplio sector frente a las costas del sur de México y Guatemala, así como en el área costera del resto de Centroamérica.



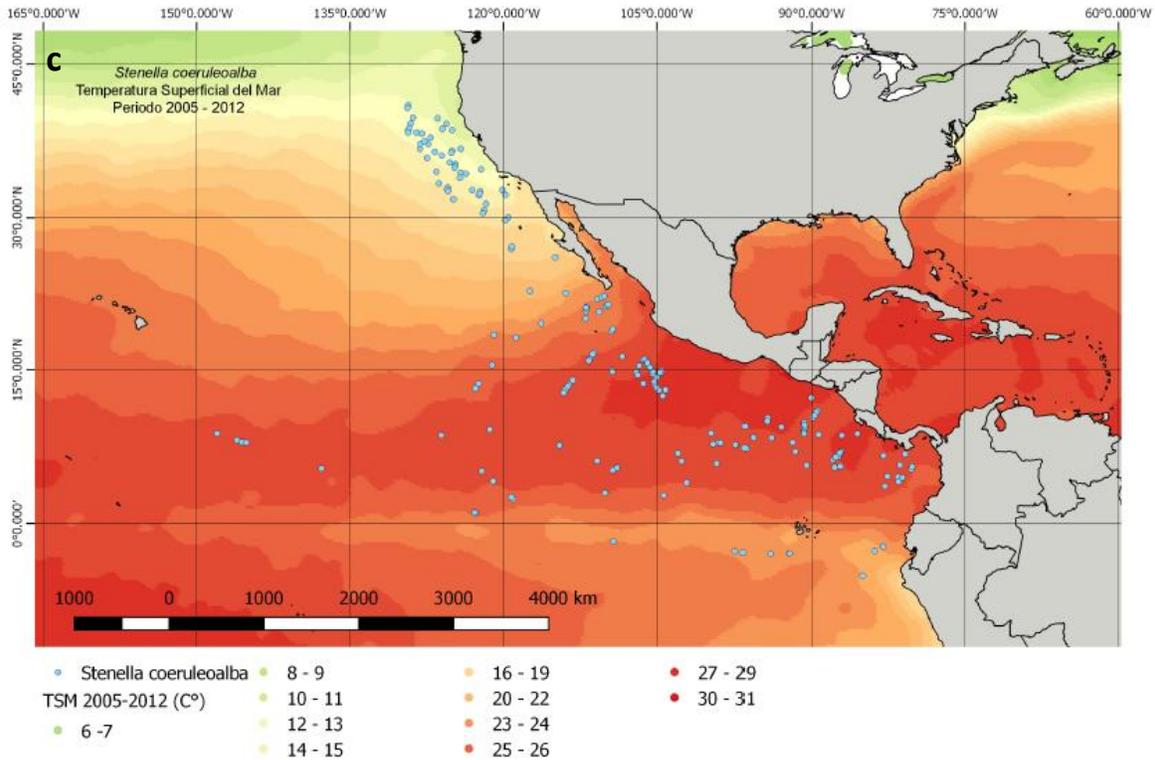


Figura 9. Distribución de *S.coeruleoalba* en relación a las temperaturas superficiales del mar (TSM) promedio durante los periodos 1985-1994 (a), 1995-2004 (b) y 2005-2012 (c).

Análisis de componentes principales y correlación

El análisis de componentes principales (figura 10), muestra la correlación entre todas las variables de temperatura (año, mes, día) y la abundancia de individuos reportados en cada avistamiento con la variable de longitud. El componente principal 1 representa el 47.50% de la variabilidad de la relación multivariada, el componente principal 2 representa el 21.41%. Los valores de la latitud sobre el componente 1 y 2 son de -0.358 y 0.541 respectivamente. En el caso de la longitud el valor para el componente principal 1 es de 0.321 y para el componente 2 es de -0.469.

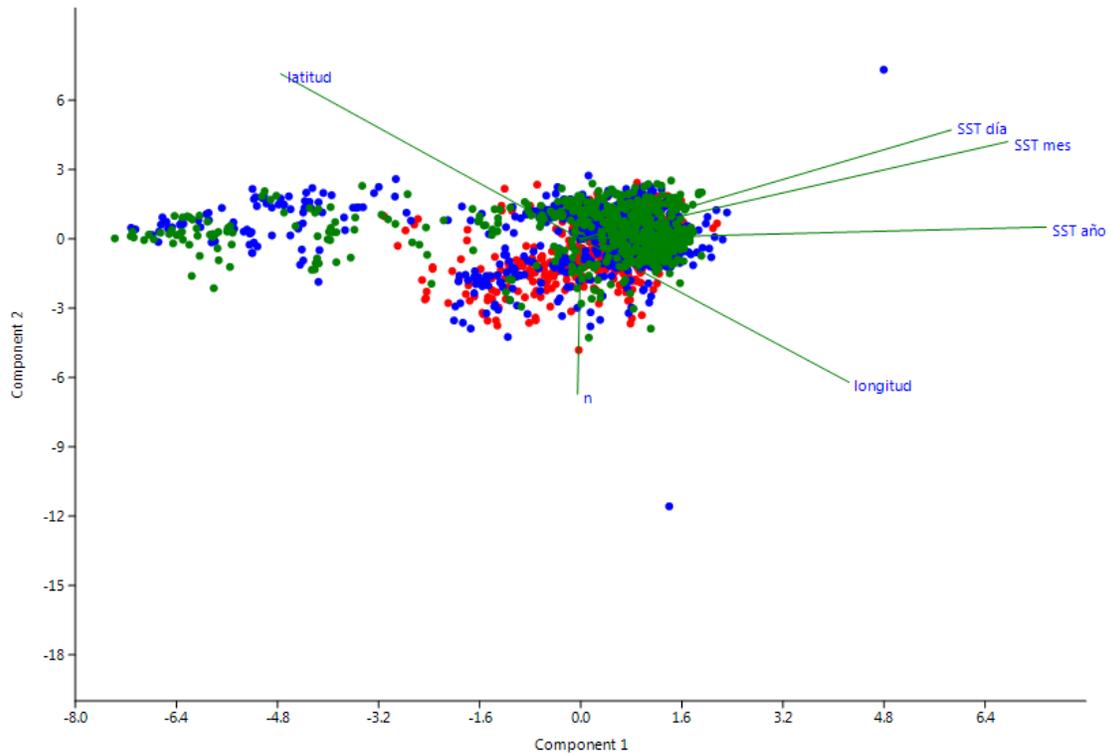


Figura 10. Análisis de componentes principales de *S. coeruleoalba* para los años 80 (rojo), 90 (azul) y 2000 (verde).

Según el análisis de correlación se obtuvo un valor de $p < 0.01$ (0.000455) por lo que existe una relación entre la longitud y abundancia de individuos. Entre las variables latitud y abundancia el valor de $p < 0.01$ (4.12E-22) indica que existe correlación entre ambas variables. En el caso de la longitud y abundancia el valor r fue de 0.084, mientras que para las variables de latitud y abundancia el valor r fue de -0.231. Para la relación ente temperatura y abundancia de individuos el valor p fue de 4.12E-22, con un valor r de 0.048.

Stenella longirostris

Cambios en el rango de distribución

Para *S. longirostris*, los rangos de distribución muestran una ampliación (figura 11) y se observa que existe una variación entre los tres tratamientos en relación a los avistamientos reportados. Para los años 80 se reportan avistamientos que no sobrepasan los 18°N con una latitud máxima reportada de 17.98. Para los años 90 el rango se amplía con reportes de avistamientos a los 24°N, con un reporte inusual a los 27.35°N. En el caso de los años 2000 el rango se extiende a los 31°N con una latitud máxima reportada de 31.4°N.

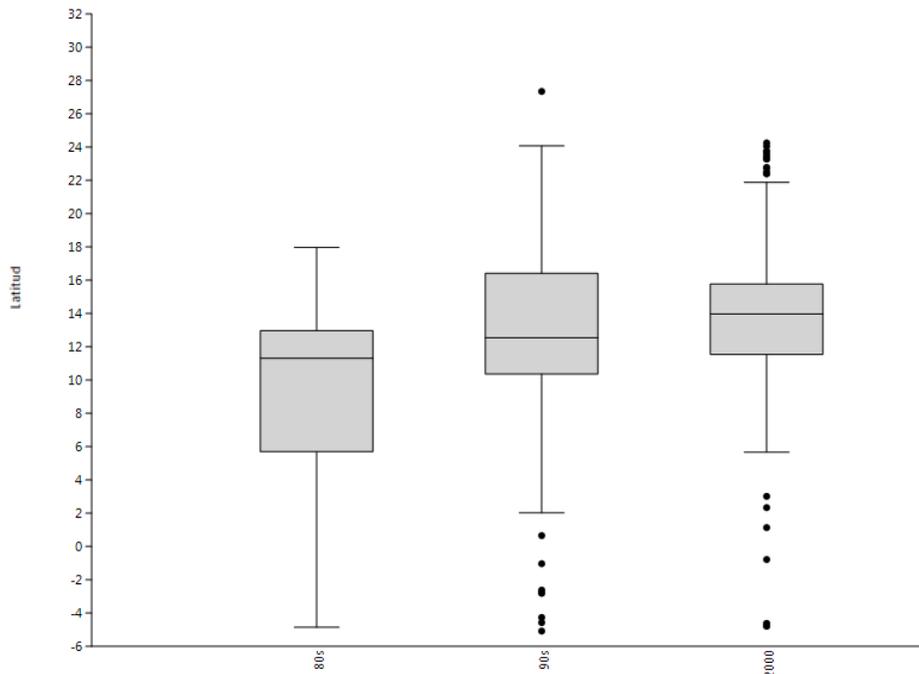
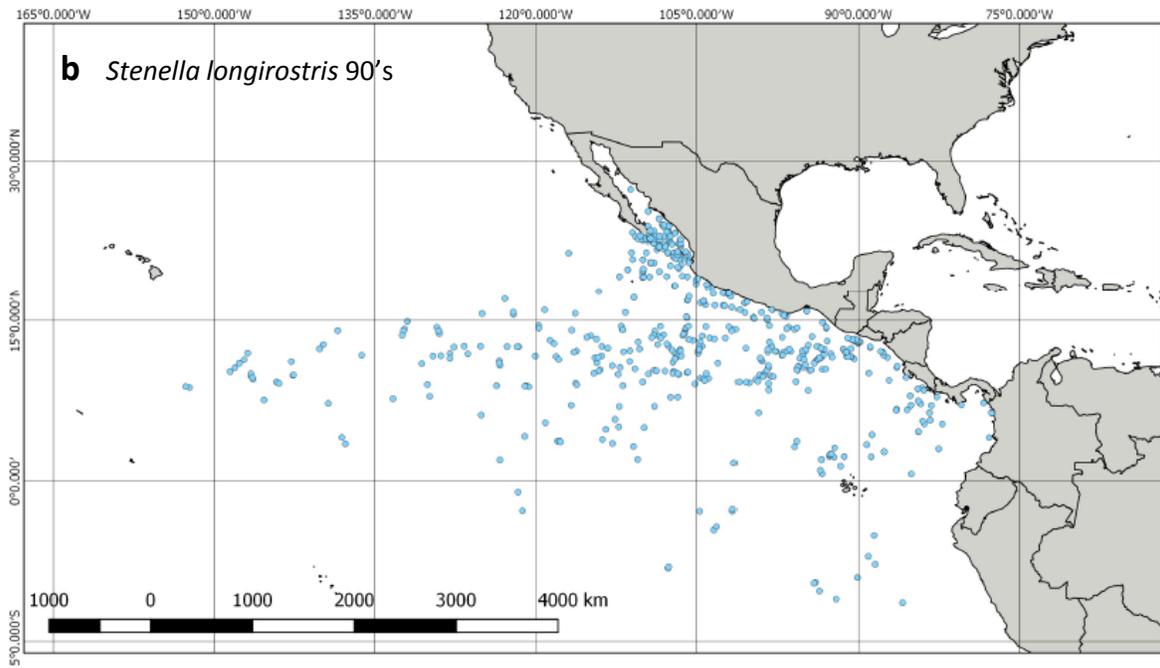
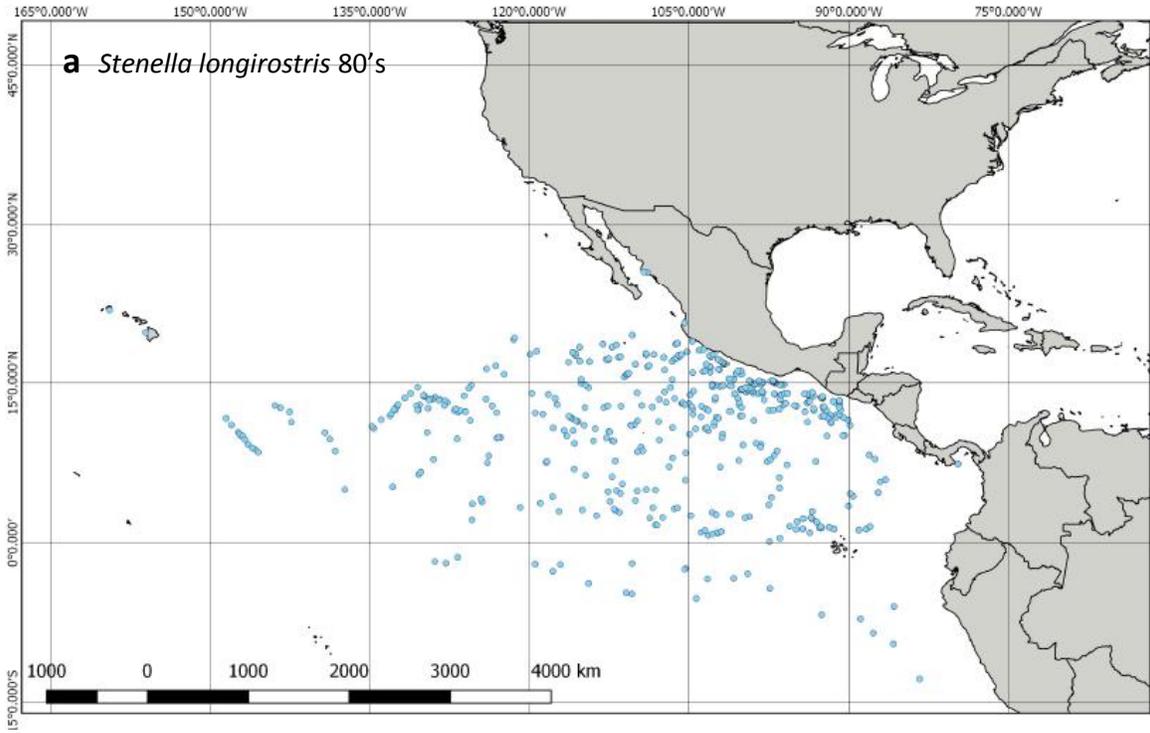


Figura 11. Comparación entre décadas de la distribución latitudinal de *S. longirostris*

La distribución de *S. longirostris*, desde de un punto de vista más gráfico, durante la década de los 80 se mantiene dentro de los 15°S y los 20°N (figura 12a) con latitudes mínimas y máximas reportadas de -7.2 y 17.98 respectivamente. Para los años 90, figura 12b, el rango de distribución no sobrepasa los 30°N con una latitud máxima reportada de 27.35, se reportan mayores avistamientos en el Golfo de California a diferencia de los años 80 donde se reportaron muy pocos avistamientos. Para los años 2000, figura 12c, se observa una distribución similar a la de los años 90. Se reportan varios avistamientos en el Golfo de California y la mayoría de los reportes no sobrepasan los 25°N con una latitud máxima reportada de 24.26°N.



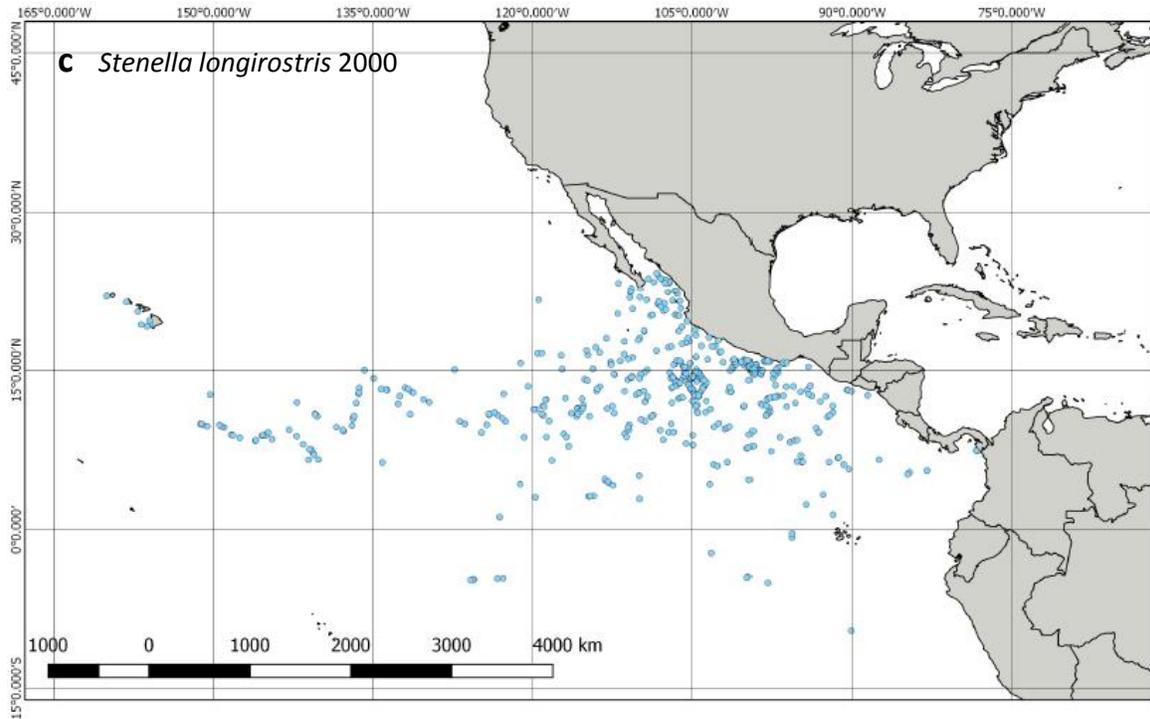


Figura 12. Distribución de *Stenella longirostris* para la década de los 80 (a), 90 (b) y de los años 2000 a la actualidad (c).

Relación entre distribución y temperatura superficial del mar

Se puede observar que la distribución de *S. longirostris* se fue desplazando más al norte en cada década (figura 13). El rango se modificó ligeramente, ya que los reportes para los años 80 no sobrepasan los 30°C con un reporte de temperatura máxima de 29.7°C, mientras que en los años 90 no se reportaron avistamientos a más de 31°C (temperatura máxima de 30.6°C). Finalmente para los años 2000 no se reportan avistamientos a más de 32°C con una temperatura máxima reportada de 31.4°C. Cabe mencionar que en los tres tratamientos se reportaron avistamientos inusuales por debajo de los 24°C en la década de los 80 y 90. Para los años 2000 los avistamientos inusuales se reportaron también por debajo de los 24°C, con un rango de ocurrencia de 25°C a 32°C.

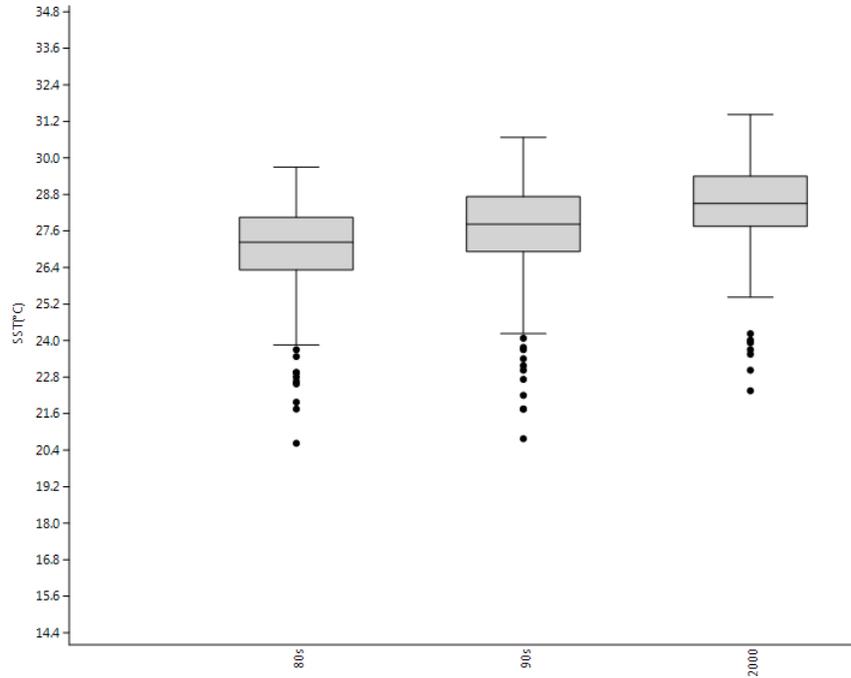
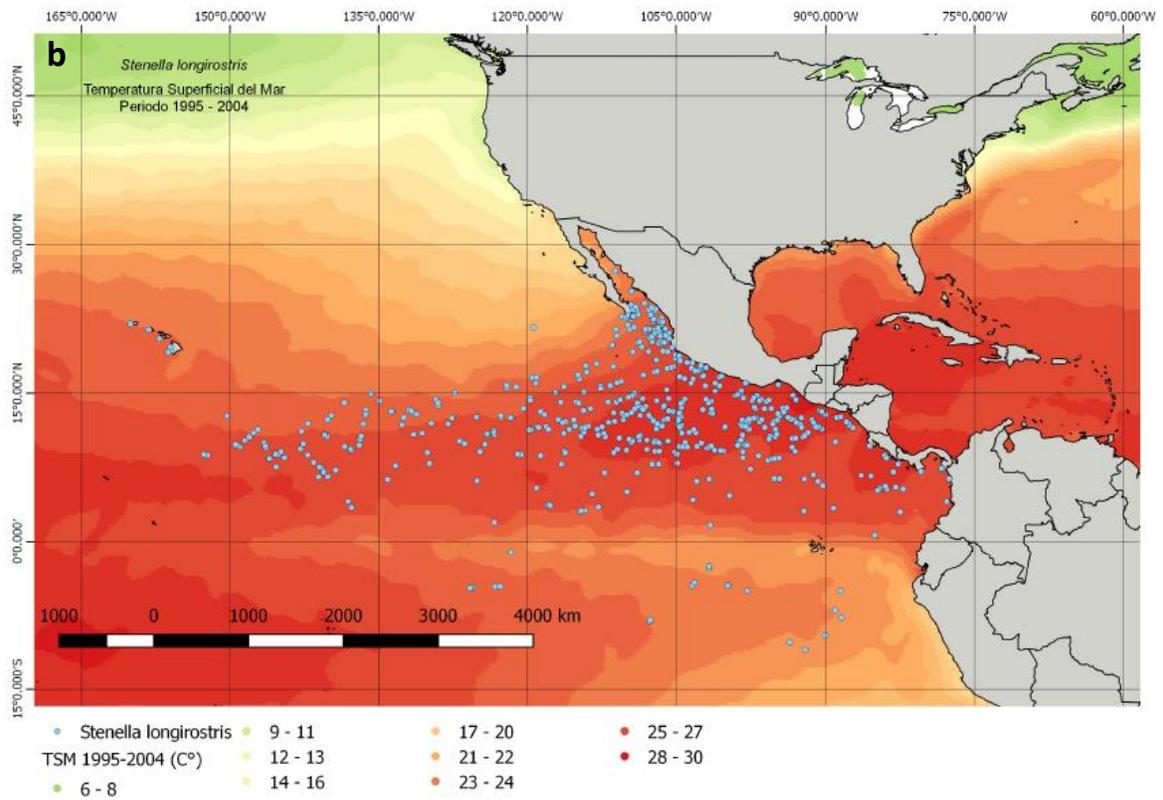
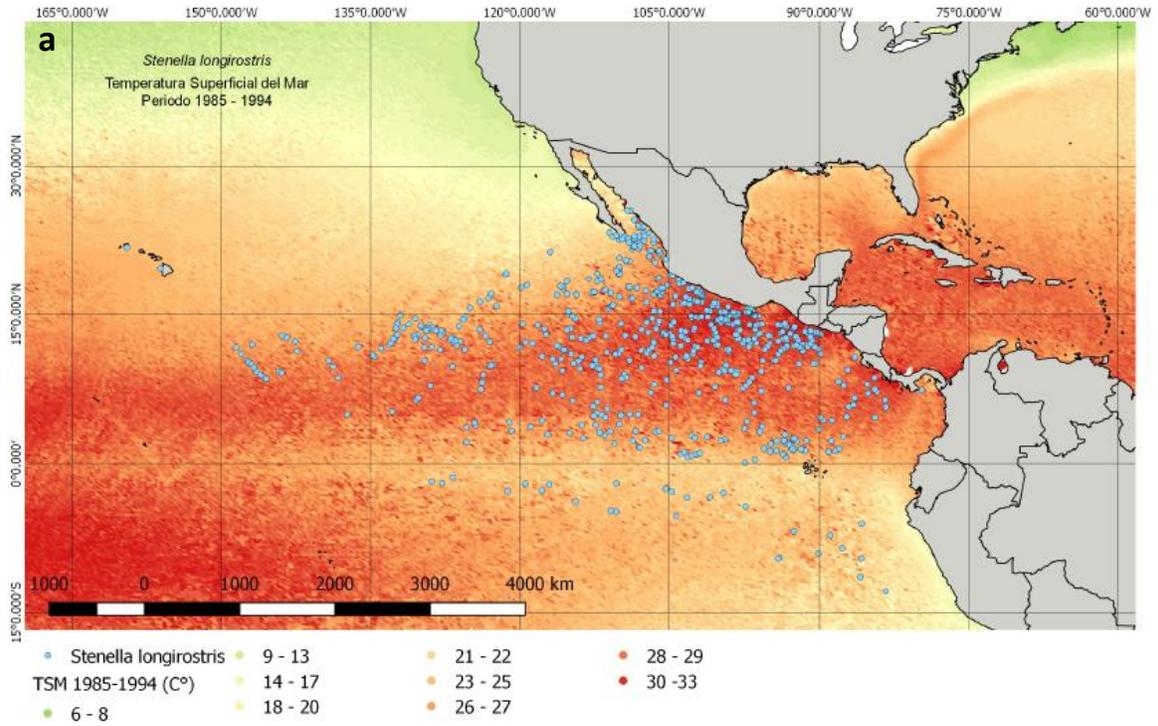


Figura 13. Comparación entre la presencia de *S. longirostris* y la temperatura superficial del mar a través de las décadas 80, 90 y 2000.

En la ilustración de los periodos 1985-1994, 1995-2004 y 2005-2012, figura 14 (a, b y c respectivamente), se observa que los reportes de avistamientos se concentran en aguas cálidas mostrando una preferencia por altas temperaturas. Los reportes de avistamientos también muestran preferencia por las zonas cercanas a la costa y zonas costeras del sur de México y Centroamérica.



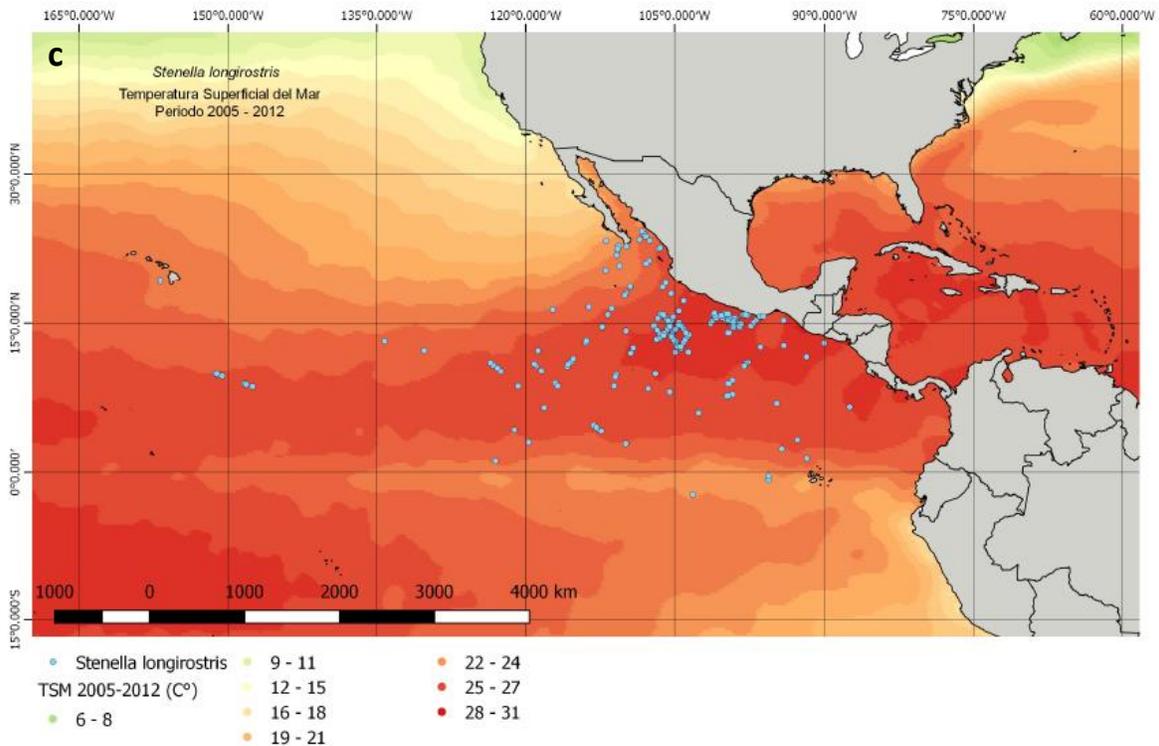


Figura 14. Distribución de *S. longirostris* en relación a las temperaturas superficiales del mar (TSM) promedio durante los periodos 1985-1994 (a), 1995-2004 (b) y 2005-2012 (c).

Análisis de componentes principales y correlación

Se observa la relación entre la variable de temperatura (SST_mes) y abundancia de individuos reportados con la latitud (figura 15). Las variables de temperatura de SST_año y SST_día están más correlacionadas con la longitud. El componente principal 1 es el que más representa la variabilidad de la relación multivariada (33.20%) y con un 19.20% para el componente principal 2. Para la latitud el valor para el componente 1 es de 0.520 y para el componente 2 es de -0.470, para la longitud los valores son 0.240 y 0.700 para los componentes 1 y 2 respectivamente.

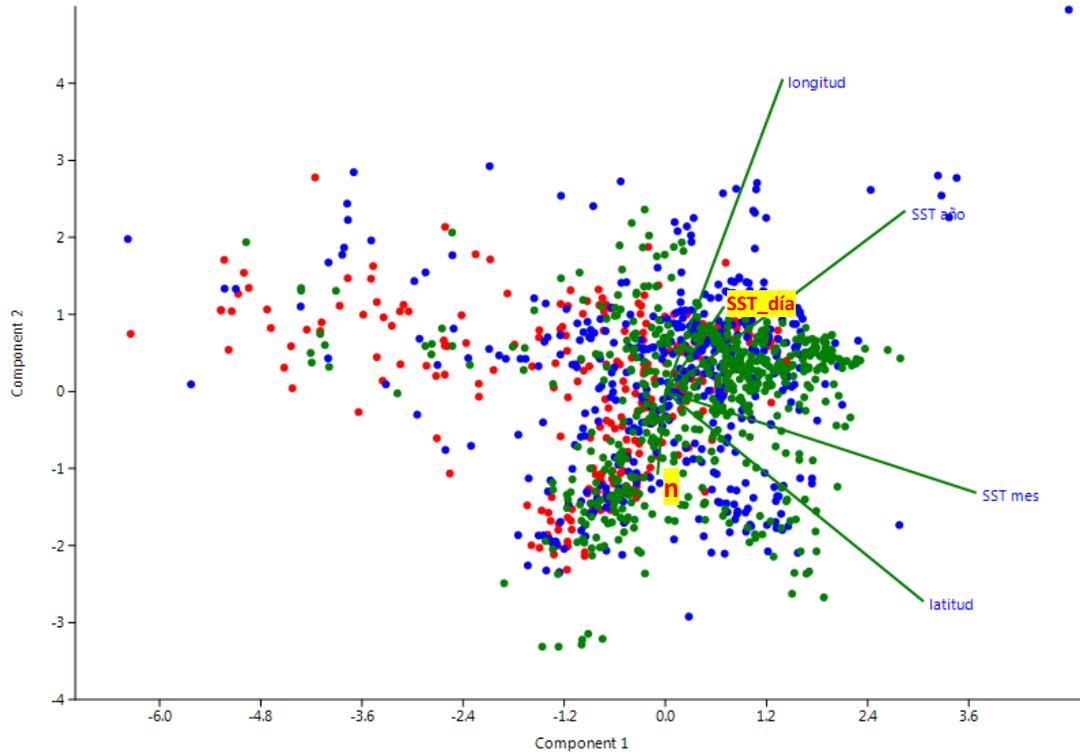


Figura 15. Análisis de componentes principales de *S. longirostris* para los años 80 (rojo), 90 (azul) y 2000 (verde).

En el análisis de correlación se obtuvo un valor de p mayor a 0.05 tanto para la latitud como la longitud ($p = 0.84$ y $p = 0.39$ respectivamente), por lo que no existe una relación entre la abundancia de individuos y estas dos variables, los valores r son de -0.005 y de -0.025 para latitud y longitud respectivamente. A diferencia de las variables anteriores, el análisis de correlación sí muestra una relación entre la abundancia de individuos y la temperatura, con un valor p de 2.32-E05 y un valor r de 0.121.

Tursiops truncatus

Cambios en el rango de distribución

Se observa una ampliación en el rango de distribución para *Tursiops truncatus* (figura 16), por ejemplo en los años 80 se tienen registros que no sobrepasan los 22°N con una latitud máxima de 21.93°N. Para los años 90 los reportes de avistamientos se ampliaron al rango de los 40°N con una latitud máxima de 40.41°N. Finalmente para los años 2000 la latitud máxima reportada es de 40.99°N ampliando el rango de distribución cercano a los 41°N.

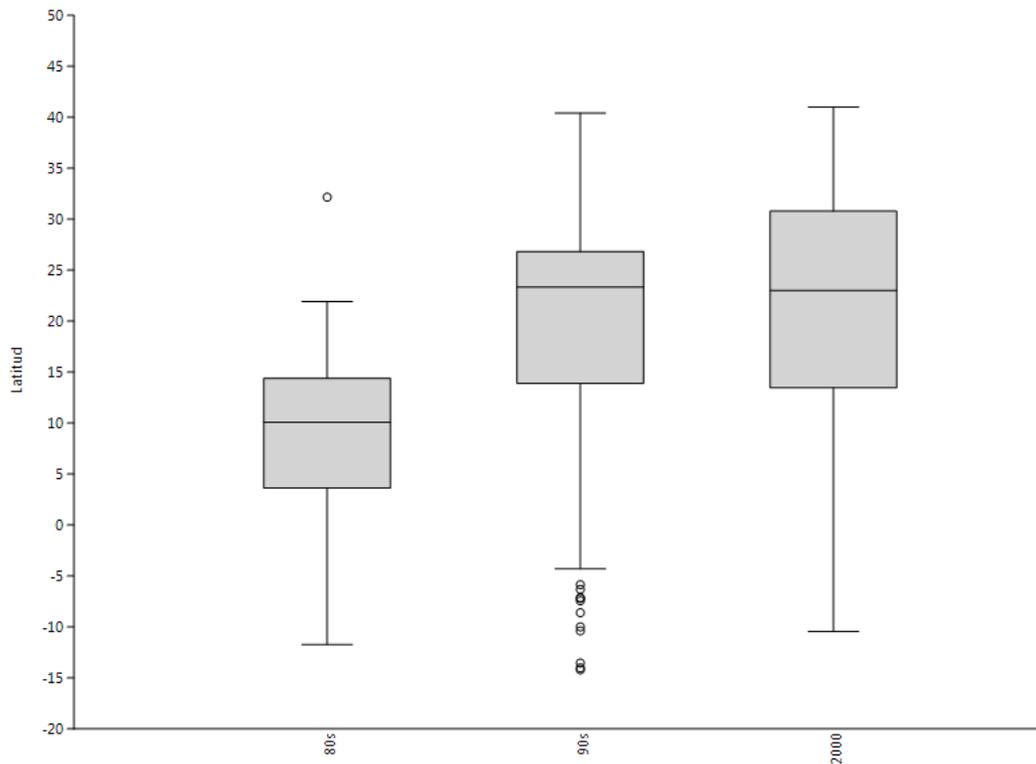
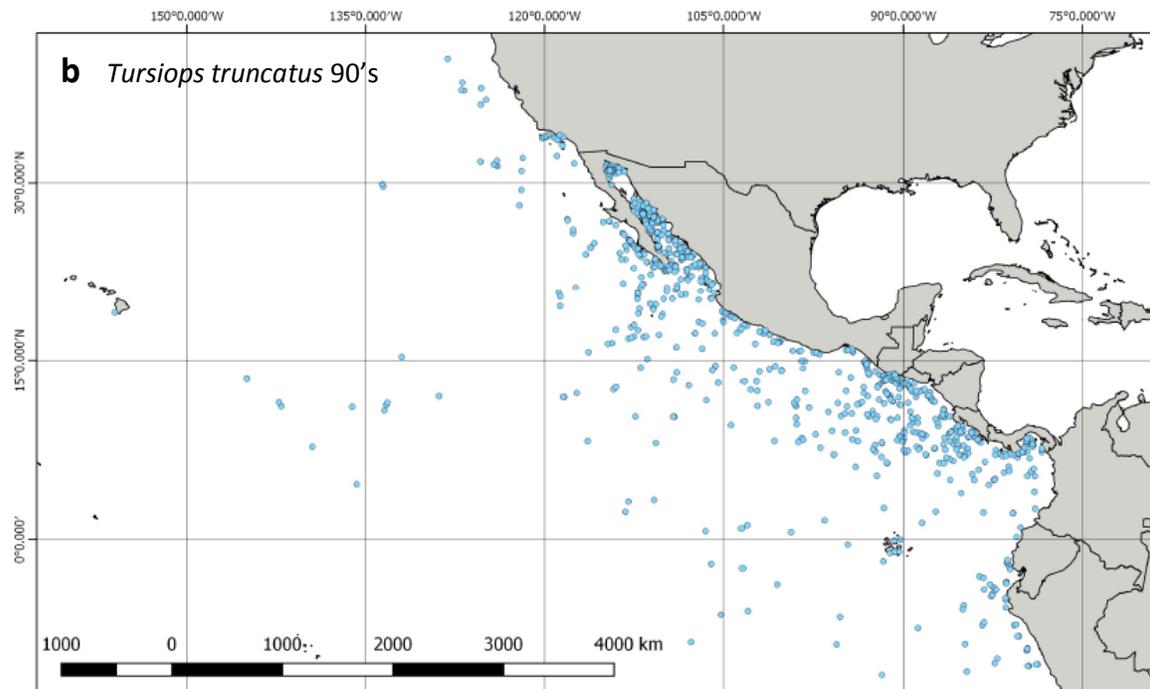
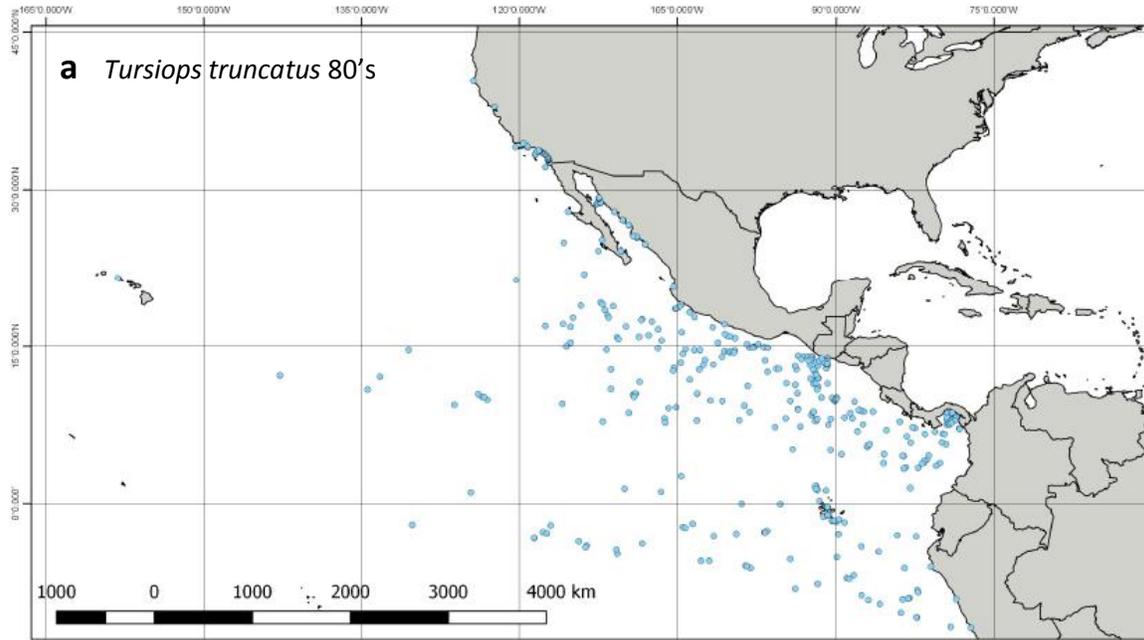


Figura 16. Comparación entre décadas de la distribución latitudinal de *Tursiops truncatus*

En relación a los cambios en la distribución, para los años 80 (figura 17a) los avistamientos reportados se encuentran entre los 40°N y 15°S. Para los años 90 y 2000 (figura 17b y 17c) se incrementaron la cantidad de avistamientos dentro del Golfo de California en relación con los años 80 que fueron pocos y costeros. También puede observarse el incremento y movimiento de *T. truncatus* en las costas del Pacífico. Durante los años 80 se avistaron cerca de la costa, mientras que en los años 90 se observa que se alejan de la misma y en los años 2000 vuelven a acercarse. También se observa un incremento de avistamiento en las costas de El Salvador y Nicaragua durante los años 90 y 2000. A nivel longitudinal aumentaron los avistamientos entre los 150°W y 135°W.



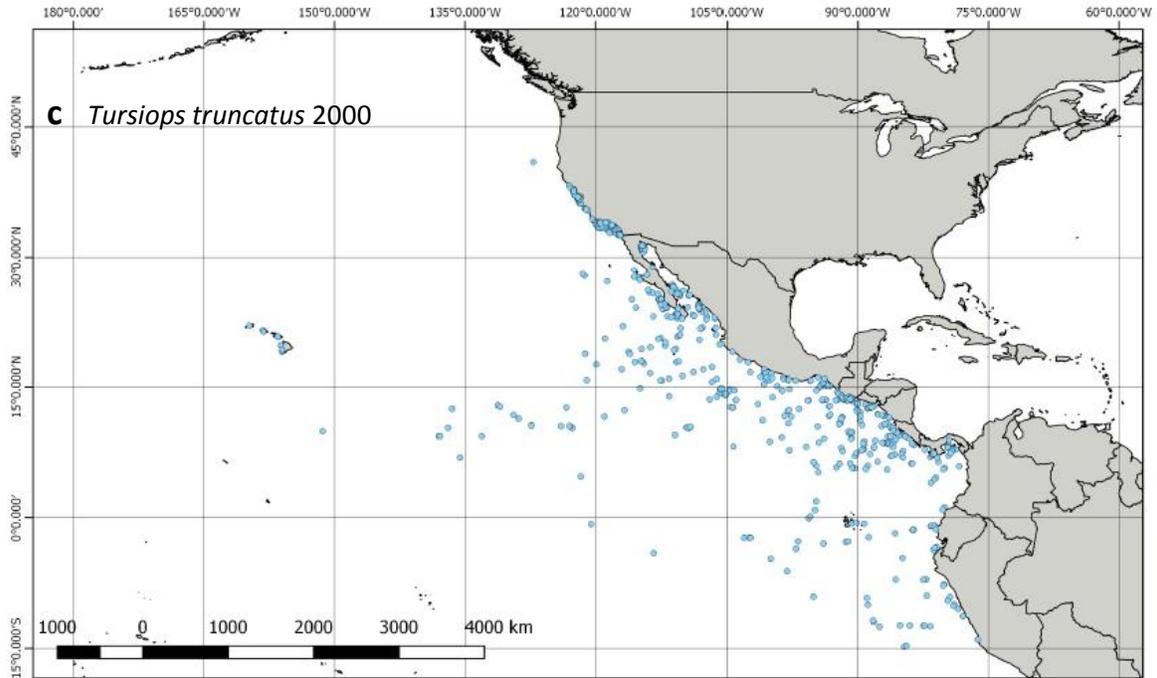


Figura 17. Distribución de *Tursiops truncatus* para la década de los 80 (a), 90 (b) y de los años 2000 a la actualidad (c).

Relación entre distribución y temperatura superficial del mar

En relación a las temperaturas y la presencia de *T. truncatus* (figura 18), el rango se ve ampliado de una década a otra. Para los años 80 no se sobrepasó los 31°C con una temperatura máxima de 30.5°C. Durante los años 90 el rango se amplió con reportes hasta los 32.5°C. Finalmente para los años 2000 el reporte de avistamientos se dio hasta los 31.9°C, ligeramente por debajo de los reportes para los años 90. En los tres tratamientos se reportaron avistamientos inusuales, para los años 80 se reportaron entre los 17.5°C y 20.6°C, en los años 90 de 15.7°C a 19.4°C, y finalmente para los años 2000 de 14.4°C a 18°C.

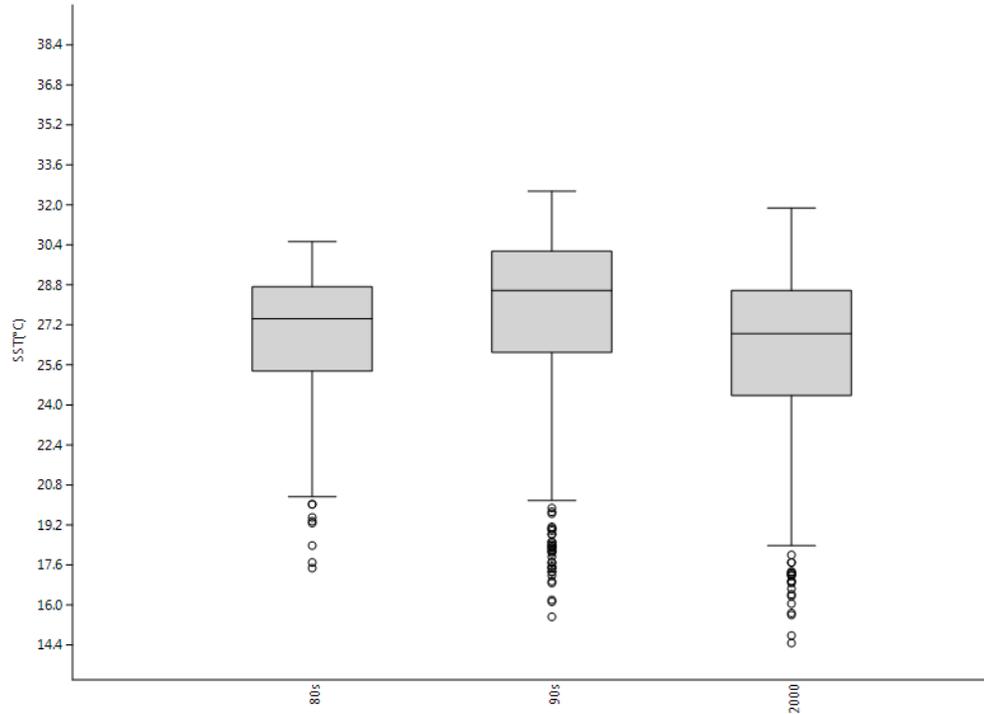
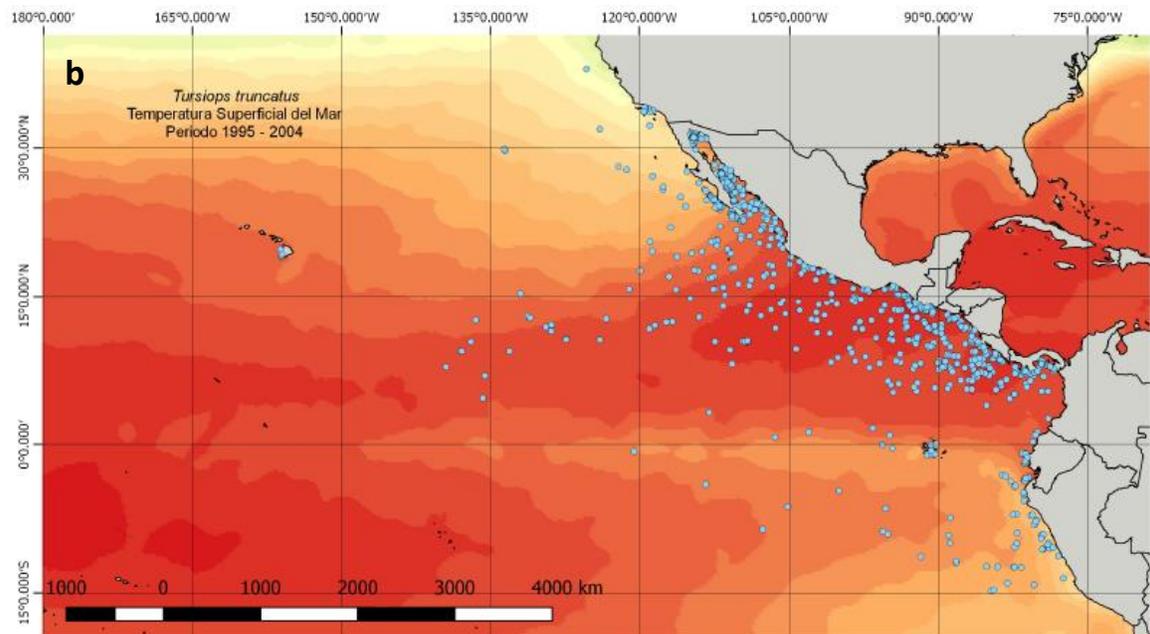
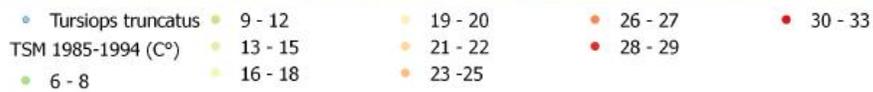
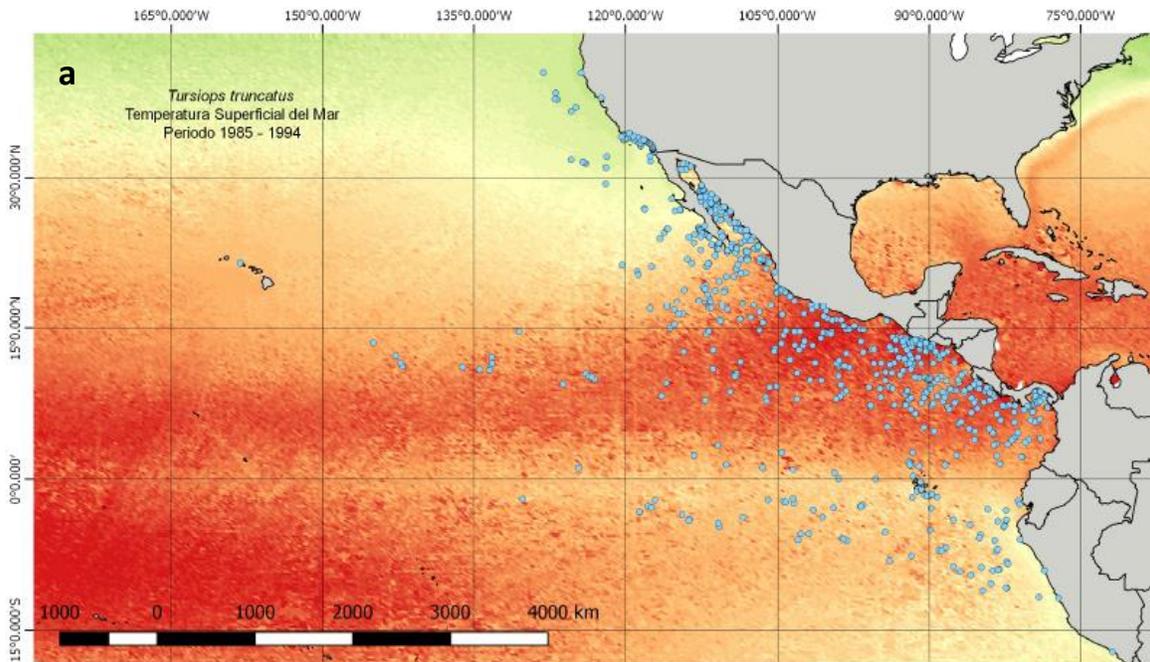


Figura 18. Comparación entre la presencia de *Tursiops truncatus* y la temperatura superficial del mar a través de las décadas 80, 90 y 2000.

En la ilustración de la distribución y la temperatura del periodo 1985 a 1994, figura 19a, se observa preferencia por aguas cálidas como templadas, la mayoría de los avistamientos se concentran en zonas costeras. En el periodo 1995-2004, figura 19b, los reportes de avistamientos en aguas templadas es menor y la mayoría de reportes se encuentran en aguas cálidas. Finalmente para el periodo 2005-2012, figura 19c, aumentan los avistamientos en aguas templadas cercanas a la costa, principalmente en los estados de Oregon y California. Se tienen menos reportes en aguas cálidas para este periodo.



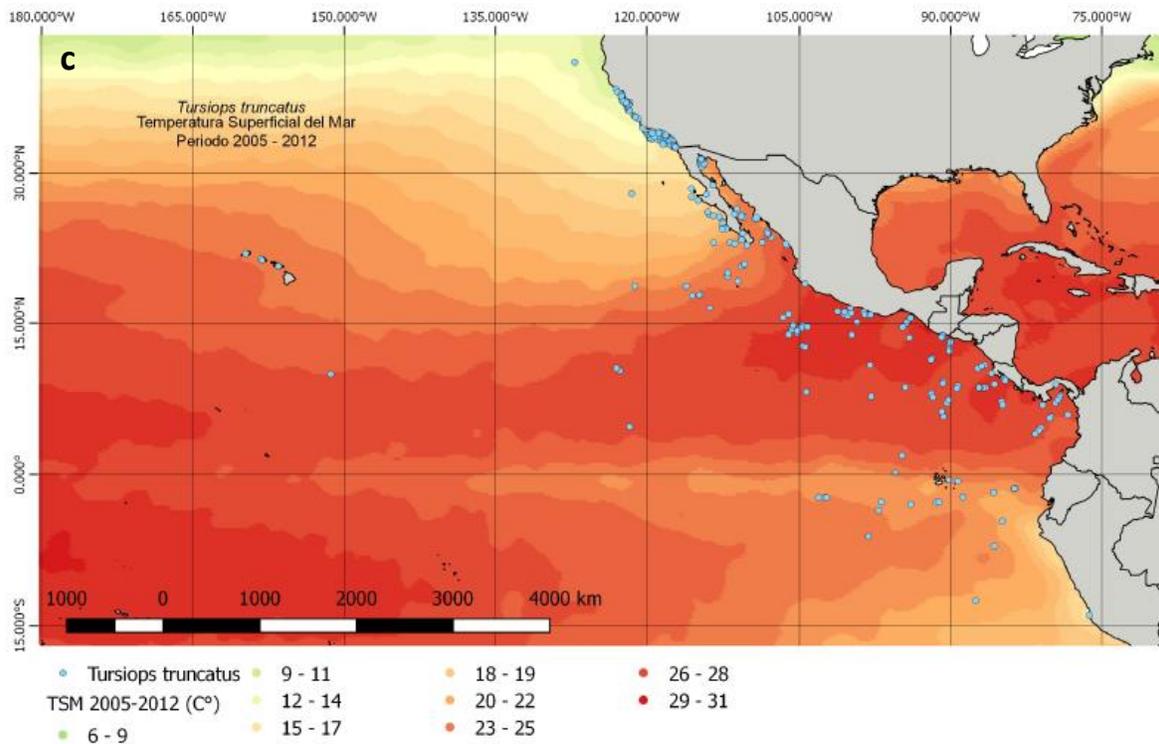


Figura 19. Distribución de *Tursiops truncatus* en relación a las temperaturas superficiales del mar (TSM) promedio durante los periodos 1985-1994 (a), 1995-2004 (b) y 2005-2012 (c).

Análisis de componentes principales y correlación

Existe una relación entre la longitud y la abundancia de individuos reportados (figura 20). En relación a las variables de temperatura la más relacionada con la longitud es la de temperaturas anuales. Las temperaturas mensuales y las reportadas en el avistamiento de la especie se relacionan con la latitud. El componente principal 1 es el que más representa la variabilidad de la relación multivariada (39.64%), el componente 2 representa un 31.52%. Los valores para latitud son de 0.373 y -0.607, y para longitud los valores son de 0.220 y 0.685 para el componente 1 y 2 respectivamente.

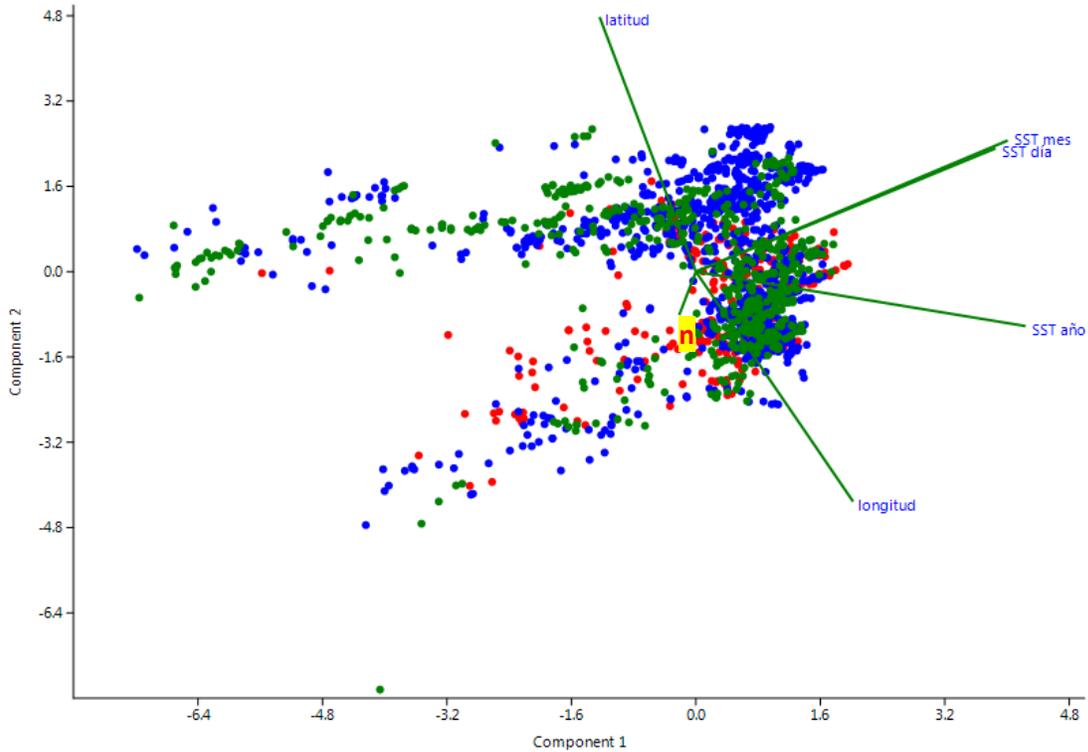


Figura 20. Análisis de componentes principales de *Tursiops truncatus* para los años 80 (rojo), 90 (azul) y 2000 (verde).

De acuerdo al análisis de correlación existe una relación entre las variables de latitud y la abundancia de individuos es negativa con un valor $p = 0.003$ y $r = -0.068$. Para la relación entre longitud y la abundancia se obtuvo un valor $p = 0.008$ y $r = -0.061$. Sin embargo el análisis mostró que no existe relación entre la temperatura y la abundancia, donde se obtuvo un valor $p = 0.26$ y $r = -0.35$.

DISCUSIONES

Cambios en el rango de distribución

La distribución espacial de una especie se relaciona con dos aspectos importantes: el rango global que está delimitado por las condiciones en las que la especie no puede sobrevivir, como por ejemplo temperatura; y como los individuos se distribuyen a través de dicho rango que se define por preferencias en particular, como la disponibilidad de alimento (MacLeod, *et al.*, 2006). Se observó en las cuatro especies una extensión en el rango de distribución hacia el norte. Las cuatro especies concuerdan en que durante los años 80 el rango de distribución era más estrecho (según los reportes de avistamientos), ampliándose durante los años 90. *S. attenuata* (figura 1) por ejemplo, registra el aumento latitudinal de 23°N a 25°N, sin embargo en los años 2000 disminuye a los 22.5°N. Para *S. coeruleoalba* el aumento latitudinal va de 22 a 41°N (figura 6). En el caso de *S. longirostris* (figura 11) se observa un cambio en el rango de distribución de 18°N a 24°N de los años 80 a los 90 con una leve disminución en los años 2000 a los 22°N. Finalmente para *T. truncatus* (figura 16) la variación latitudinal cambió de 21°N a 41°N.

Como resultado del cambio climático, se ha predicho que la temperatura superficial del mar se incrementará, y como respuesta a estos cambios muchos científicos esperan que las especies marinas modifiquen sus rangos y patrones de distribución (Simmonds y Elliot, 2009; Simmonds e Issac, 2007). Como se esperaba, en los mapas de distribución de las cuatro especies en general mostraron una extensión en su rango de distribución hacia el norte (figuras 2, 7, 12 y 17). De las cuatro especies, *S. coeruleoalba* y *T. truncatus* fueron las que más al norte llegaron, ambas sobrepasando con numerosos registros los 30°N. Por su parte, para *S. attenuata* el cambio más visible fue la falta de registros en el Golfo de California durante la década de 1980 y su aparición en los años 90 y 2000, esto a pesar de que en las tres décadas se llevaron a cabo cruceros de investigación en el área (ver anexo), sin embargo los recorridos no se hicieron más hacia el norte (frente al oeste de Estados Unidos) por lo que el esfuerzo de muestreo para esta especie fue menor. De todas las especies en estudio, *S. longirostris*, fue la que mantuvo un rango de distribución más restringido al área tropical, llegando únicamente a la boca del golfo de California.

En el caso de *S. coeruleoalba* (figura 7) se reportaron adicionalmente más avistamientos en las costas del estado de California y Oregon. Los reportes se dieron más hacia el oeste (150°W) y no sobrepasaron los 45°N. La costa al oeste de Estados Unidos soporta una alta diversidad de fauna gracias a la corriente de California que da soporte a la riqueza y productividad. Forney y Barlow (1998) reportan que existen diferencias en las abundancias de cetáceos en estas costas, mostrándose patrones de dispersión influenciados por los cambios que se dan durante las estaciones (verano, invierno) por la corriente de California, que provee de una mezcla de aguas templadas y tropicales dando lugar a movimiento de individuos a gran escala.

Para *S. longirostris* no se aprecia un cambio drástico en el rango de distribución a nivel latitudinal (figura 12), sin embargo, los reportes de avistamientos aumentaron en el golfo de California en los años 90 y 2000. Los cambios en la migración de delfines están relacionados a los movimientos de la presa o por cambios estacionales en el hábitat, se debe considerar que en los trópicos los cambios ambientales estacionales son relativamente pequeños (Reilly, 1990).

Reilly (1990) reporta que los cambios de distribución están relacionados con los cambios en la termoclina y con la disponibilidad de alimento. Para *Tursiops truncatus* aumentaron los reportes en las costas de Centro América, California y Oregon (figura 17), además de igual manera en el Golfo de California como en las especies anteriores. Esto puede estar relacionado con la variabilidad interanual y la adaptación espacial en respuesta a los cambios ambientales tales como variaciones en la temperatura y disponibilidad de alimento. La respuesta más común es la dispersión, donde las especies buscan condiciones más adecuadas a un nivel de escala regional (Bellard, *et al.*, 2012; Forney, *et al.*, 2012; Torres, McLellan, Meagher y Pabst, 2005). Los patrones de distribución para *T. truncatus* se modifican de acuerdo a la distribución de alimento, corrientes oceánicas e incluso actividades antropogénicas. Esto puede causar la fragmentación y formación de microhábitats. La productividad primaria juega un papel importante en la presencia de cetáceos. Sin embargo se considera que la distribución no solo se ve influenciada por temperatura y disponibilidad de alimento, otros factores como batimetría, estructura social y presencia de depredadores, tipo de sedimento y distancia de la costa también pueden influenciar. Considerando el aspecto social, los delfines nariz de botella prefieren aguas con temperaturas altas favorables para la reproducción (Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2016; Yeates y Houser, 2008).

Los cambios en los rangos latitudinales y longitudinales se han observado en varias especies y los cetáceos no son la excepción (Bellard, *et al.*, 2012). El cambio más evidente para las especies estudiadas fue durante la transición de los años 80 a los 90. Sin embargo, se debe tomar en consideración que los datos analizados en esta investigación no incluyen todos los años de una década, lo que puede crear sesgo en los análisis estadísticos.

Relación entre distribución y temperatura superficial del mar

Se considera que los incrementos de temperaturas tienen un efecto directo en los mamíferos marinos, donde los cambios en rangos de distribución son la respuesta más común debido a su movilidad y su habilidad de termorregulación, siendo los odontocetos más propensos a ser afectados directamente por los cambios en las temperaturas del mar (Learmonth, Mcleod, Santos, Pierce, Crick y Robinson, 2006). En el caso de *S. attenuata* (figura 3) se observa una disminución en el rango de temperaturas, siendo la década de los 80 el que mostró un rango más extenso. Para *S. longirostris* (figura 13) se observa un aumento en el rango, pero el cambio es leve. Según los mapas de distribución en relación a la temperatura para estas dos especies (figura 4 y 14 respectivamente), se observa que se mantienen las aguas cálidas. *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris* están restringidos a aguas tropicales, por lo que los rangos pueden estar limitados y no poder adaptarse a ciertos cambios ambientales (Learmonth, Mcleod, Santos, Pierce, Crick y Robinson, 2006). Por lo que estas especies no pueden migrar a latitudes mayores debido a sus limitaciones para termorregularse en aguas más frías, mostrando una preferencia por aguas bajas en salinidad y bajas termoclinas (variaciones bajas en la superficie) presentando migraciones estacionales como una respuesta al cambio y preferencia por parches densos de presas estacionales (Learmonth, Macleod, Santos, Pierce, Crick y Robinson, 2006; Reilly, 1990).

En el caso de *S. coeruleoalba* (figura 8), se observa una ampliación en el rango de temperaturas en el que se registra la especie y la distribución muestra un alejamiento de

aguas más cálidas (figura 9). Esto concuerda por lo reportado por Reilly (1990), donde *Stenella coeruleoalba* muestra una preferencia por aguas más frías y salinas. Los impactos de la temperatura superficial del mar pueden variar de una especie a otra, e incluso entre poblaciones de una misma especie. El rango de distribución muchas veces está definido en parte por las temperaturas extremas que una especie puede enfrentar de acuerdo a sus adaptaciones fisiológicas (Wells, 2010). Según Simmonds y Elliott (2009), el cambio climático tiene el potencial de incrementar el desarrollo de patógenos y las temperaturas elevadas pueden causar estrés en los organismos y crear susceptibilidad a algunas enfermedades; como el caso de mortalidad a gran escala de *S. coeruleoalba* en el Mar Mediterráneo en 1990, el cual fue asociado a enfermedades e incrementos de temperatura (Simmonds y Elliot, 2009; Azzellino, Gaspari, Airoidi y Lanfredi, 2008). Esta relación podría explicar la distribución de *S. coeruleoalba* en el Pacífico Oriental, que busca alejarse de las aguas muy cálidas (30° a 31°C), posiblemente como una estrategia para evitar enfermedades.

Otro ejemplo de la influencia de la temperatura sobre la distribución es el estudio realizado en la costa este de Estados Unidos, en la cual se observan movimientos estacionales de *T. truncatus*, moviéndose hacia el norte durante las épocas de primavera y verano, y hacia el sur durante el otoño e invierno cuando las temperaturas superficiales del mar disminuyen (Torres, et al. 2005). Estas poblaciones posiblemente se mueven para evitar el gasto de energía en mantener su temperatura corporal tal como se observa en las figuras, se puede percibir un alejamiento y acercamiento a las costas de California de acuerdo a los aumentos y disminuciones de temperatura. Se observa un aumento en el rango de temperatura (figura 18), y la distribución se observa cercana a las zonas de alta productividad y se mantiene en aguas cálidas (figura 19).

Análisis de componentes principales y correlación

Tanto la latitud como la longitud tienen un efecto sobre los cambios de temperatura y la abundancia de individuos reportados en las cuatro especies estudiadas (figuras 5, 10, 15 y 20). La latitud es fundamental en el control del clima. Esta es la que dicta el tipo de clima de cada región, ya que la variación latitudinal implica una variación en la radiación solar creando cambios en la temperatura (Micu, Dumitrescu, Cheval y Birsan, 2014). A nivel de longitud el efecto sobre el clima es indirecto, ya que se relaciona al movimiento del aire creando los efectos de Coriolis. Los cambios climáticos resultan en perturbaciones al sistema, ocasionando fenómenos tales como la oscilación del Sur (ENSO) y los fenómenos de El Niño y La Niña (Schlesinger, 2012). Estudios realizados han mostrado que estos fenómenos influyen en el ensamble y en los movimientos de cetáceos. Según Neumann (2001), los delfines comunes se ven fuertemente afectados por los fenómenos de El Niño y La Niña en regiones de Nueva Zelanda. Benson *et al.*, (2002), reportan cambios en el ensamble de cetáceos, donde la diversidad era alta durante los periodos de aguas cálidas para las especies de aguas tropicales, mostrando las respuestas de la fauna contra las perturbaciones oceánicas y los cambios de distribución para mantener su termorregulación.

La variación en la distribución de las cuatro especies está relacionada a la dinámica oceánica, donde las corrientes y cambios de temperatura son uno de los efectos directos. Según Tynan, *et al.* (2005), las corrientes juegan un importante papel en la disponibilidad

de alimento y las variaciones de temperatura que se dan durante las estaciones. Donde se dan variaciones de distribución en relación a los procesos oceánicos del sistema de la Corriente de California, donde la temperatura superficial del mar, profundidad y la distancia de la costa resultaron en ser las variables de mayor importancia.

Cambio climático y cetáceos

Según Steffen, Crutzen y McNeill (2007), nuestras acciones han alterado la estructura y el funcionamiento del sistema terrestre. Así uno de los cambios geofísicos de esta nueva era corresponde a la alteración de parámetros atmosféricos e hidro-meteorológicos, en parte por el incremento acelerado en la concentración de CO₂ en la atmósfera (Chaparro y Meneses, 2015). El IPCC (2014), ha indicado que las últimas tres décadas han sido más calurosas que cualquier otra década reportada desde 1850, siendo el periodo 1983 a 2012 el más caluroso en los últimos 1400 años. Esto da sentido a los resultados obtenidos en los cuadros 2 y 3, que indican diferencias significativas en relación a los cambios de temperatura para las década de los 80, 90 y 2000.

Los odontocetos son más propensos a ser afectados directamente por los cambios en las temperaturas del mar (Learmonth, McLeod, Santos, Pierce, Crick y Robinson, 2007) y el calentamiento global puede afectar negativamente a algunas especies de cetáceos cuyo rango de distribución está restringido a un área específica o que habitan en áreas polares, e incluso templadas. Sin embargo, este no es el caso de las especies en estudio, las cuales podrían tener una implicación favorable, hasta un rango razonable, con el aumento de la temperatura superficial del mar (MacLeod, 2009). Esto es porque su distribución histórica abarca temperaturas tropicales a templadas, o incluso subpolares en el caso de *T. truncatus*, además de ser principalmente oceánicas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten concluir que los cambios en la temperatura superficial del mar sí han influido en la distribución de los delfines (*S. attenuata*, *S. coeruleoalba*, *S. longirostris* y *T. truncatus*), permitiendo su expansión hacia mayores latitudes. Donde se pudo observar que *S. longirostris* es el que tiene una distribución más restringida, *S. coeruleoalba* y *T. truncatus* fueron los que se movilizaron más hacia el norte

La transición entre la década de 1980 y 1990 fue crítica en el cambio del rango de distribución de las especies, donde se pudo observar un aumento en el registro de avistamientos en la zona del Golfo de California, siendo más crítico en *S. attenuata* en comparación con *S. longirostris*, *S. coeruleoalba* y *T. truncatus*. En el caso de *S. attenuata* no se puede inferir en que los cambios en su distribución se deban a efectos del cambio climático, ya que el esfuerzo de muestreo fue menor y no se realizaron recorridos más hacia el norte.

Los efectos de la temperatura son evidentes en el movimiento de los delfines, esto se pudo observar en *T. truncatus*, donde se aprecia un movimiento de acercamiento hacia las costas

de California durante los años 80, un alejamiento durante los años 90 y nuevamente un acercamiento en los años 2000.

Los resultados de los análisis de correlación dieron valores muy bajos para suponer como son las relaciones de temperaturas y presencia de los delfines.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que en oportunidades posteriores se realice una búsqueda exhaustiva en diferentes medios, incluyendo publicaciones que contengan datos de avistamiento, con el objetivo de cubrir los vacíos temporales para así obtener resultados más confiables.

El incluir la productividad del área en los análisis puede dar un marco más completo, relacionando la distribución y abundancia de la especie con la disponibilidad de alimento.

Se deben considerar otros efectos indirectos en la distribución de cetáceos tales como batimetría, patrones de migración, estructura de la comunidad, susceptibilidad a los contaminantes y enfermedades y éxito reproductivo.

Incluir los reportes de alteraciones climáticas al sistema oceánico como El Niño y La Niña, para ser correlacionados con los cambios en las distribuciones de cetáceos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Archer II, F.I. and Perrin, W.F. (1999). Mammalian Species, *Stenella coeruleoalba*. *American Society of Mammalogist*, 603: 1-9

Azzellino, A., Gaspari, S.A., Airoidi, S. and Lanfredi, C. (2008). Biological consequences of global warming: does sea surface temperature affect cetacean distribution in the western Ligurian Sea? *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(6):1145 - 1152.

Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. and Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4): 365-377.

Benson, S., Croll, D., Marinovic, B., Chavez, F. and Harvey, J. (2002). Changes in the cetacean assemblage of a coastal upwelling ecosystem during El Niño 1997-98 and La Niña 1999. *Progress in Oceanography*, 54: 279-291.

Carwardine, M. (2002) *Whales, Dolphins and Porpoises*. Smithsonian Handbooks. New York, United States: Dorling Kindersley Publishing.

Committee on taxonomy. (2014). Recuperado en: <https://www.marinemammalscience.org/species-information/list-marine-mammal-species-subspecies/>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC. (1992). Naciones Unidas.

Forney, K. and Barlow, J. (1998). Seasonal patterns in the abundance and distribution of California cetaceans. *Marine Mammal Science*, 14(3): 460- 489.

Forney, K., Ferguson, M., Becker, E., Fiedler, P., Redfern, J., Barlow, J., Vilchis, I. and Ballance, L. (2012). Habitat-based spatial models of cetacean density in the eastern Pacific Ocean. *Endangered species research*, 16: 113-133.

Guevara-Aguirre, D. y Gallo-Reynoso, J. (2016). Uso de hábitat de dos ecotipos de toninas (*Tursiops truncatus*) en el golfo de California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87: 1045-1054.

Gibson, R.N., Atkinson, R.J.A. and Gordon, J.D.M. (2006). *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review, Volumen 44*. United States: Taylor and Francis Group.

Hardy, J. (2003). *Climate Change: causes, effects and solutions*. John Wiley and Sons Ltd: England.

Harley, C., Hughes, A., Hultgren, K., Miner, B., Sorte, C., Thornber, C., Rodriguez, L., Tomanek, L. and Williams, S. (2006). The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters*, 9: 228-241.

IPCC, Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. (2013). *Cambio climático: Bases Físicas*. Stocker, T., Qin, D., Plattner, G. Tignor, M., Allen, S., Boschung, J.,...Midgley, P. (Eds.). Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

IPCC, Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. (2014). *Cambio climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Field, C., Barros, V., Dokken, D., Mach, K., Mastrandrea, M., Bilir, T., ... White, L. (Eds.). Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Jefferson, T., Leatherwood, S. and Webber, M. (1994). *Marine Mammals of the World*. United Nations Environment Programme and Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.

Learmonth, J.A., Macleod, C.D., Santos, M.B., Pierce, G.J., Crick, H.Q.P. and Robinson, R.A. (2006). Potencial effects of climate change on marine mammals. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 431 – 464.

Lorente, I., Gamo, D., Gómez, J.L., Santos, R., Flores, L., Camacho, A., Galindo, L. y Navarro, J. (2004). Los efectos biológicos del cambio climático. *Ecosistemas*, 13(1): 103-110.

MacLeod, C.D., Bannon, S.M., Pierce, G.J., Schweder, C., Learmonth, J.A., Herman, J.S. and Reid, R.J. (2005). Climate change and the cetacean community of north-west Scotlad. *Biological Conservation*, 124: 477-483.

MacLeod, C.D., Perrin, W.F., Pitman, R., Barlow, J., Balance, L., D'amico, A., Gerrodette, T., Joyce, G., Mullin, K.D., Palka, D.L. and Waring, G.T. (2006). Known and inferred distributions of beaked whale species (Cetacea: Ziphiidae). *J. Cetacean Res. Manage.*, 7(3):271 – 286.

Mann, J., Connor, R.C., Tyack, P.L. and Whitehead, H. (2000). *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. The University of Chicago Press: United States.

Marqu ez, C. (2014). El agua como causa y soluci3n del cambio climático. En: Ramos Castellanos, P. (Ed.). *Cambio Climático, un desaf o a nuestro alcance?* (pp. 241-270). Ediciones Universidad de Salamanca: España.

Micu, D., Dumitrescu, A., Cheval, S. and Birsan M.V. (2014). *Climate of the Romanian Carpathians: Variability and Trends*. Springer: Switzaerland.

Moura, A., Nielsen, S., Vilstrup, J., Moreno-Mayar, V., Gilbert, M.T., Gray, H., Natoli, A., Moller, L. and Hoelzel, R. (2013). Recent diversification of a marine genus (*Tursiops spp.*) tracks habitat preference and environmental change. *Syst. Biol.* 62(6):865-877.

Neumann, D. (2001). Seasonal movements of short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*) in the north-western Bay of Plenty, New Zealand: influence of sea surface temperature and El Niño/La Niña. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35:371-374.

Oldfield, F. and Steffen, W. (2004). The earth system. In: Steffen, W., Sanderson, A., J ger, J., Tyson, P.D., Moore, B., Matson, P.A.,...Wassn, R.J. (Eds.). *Global Change and the Earth system: a planet under pressure*. Springer Verlag: Heidelberg, Germany.

Parsons, E.C.M., Bauer, A., McCafferty, D., Simmonds, M. and Wright, A. (2013). *An Introduction to Marine Mammal Biology and Conservation*. United States: Jones and Barlett Learning.

Perrin, W.F. (2001). Mammalian Species, *Stenella attenuata*. *American Society of Mammalogist*. 683: 1-8

Perrin, W.F. (1998). Mammalian Species, *Stenella longirostris*. *American Society of Mammalogist*. 599: 1-7

Pittock, A.B. (2009). *Climate Change: the science, impacts and solutions*. CSIRO Publishing: Australia.

P3rtner, H.O., Karl, D., Boyd, P.W., Cheung, W., Lluch-Cota, S.E., Nojiri, Y., Schmidt, D.N. and Zavialov, P. (2014). Ocean systems. En: Field, C.B., Barros, V.D., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E.,...White, L.L. (Eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 411- 484). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Ramírez-Villegas, J., Houry, C., Jarvis, A., Debouck, D.G., y Guarino, L. (2010). A gap analysis methodology for collecting crop gene pools: a case study with *Phaseolus* Beans. *Plos one*, 5: 1-18.

Reilly, S. (1990). Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 66: 1-11.

Robinson, R.A., Learmouth, J.A., Hutson, A.M., Macleod, C.D., Sparks, T.H., Leech, D.I., Pierce, G.J., Rehfish, M.M. and Crick, H.Q.P. (2005). *Climate change and migratory species*. BTO Research Report 414

Rockström, J., Steffen, J., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S. III, Lambin, E., ... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2):1-36.

Schlesinger, M.E. (2012). *Climate-Ocean Interaction*. United States: Kluwer Academic Publishers.

Serrano, R. (2003). *Introducción al análisis de datos experimentales: Tratamiento de datos en bioensayos*. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, D.L.

Simmonds, M. and Elliott, W. (2009). Climate change and cetaceans: concerns and recent developments. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(1): 203-210.

Simmonds, M. and Isaac, S. (2007). The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. *Oryx*, 41(1): 19-26.

Steffen, W., Crutzen, P. and McNeill, J. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio*, 36(8): 614-621

Tynan, C., Ainley, D., Barth, J., Cowles, T., Pierce, S. and Spear, L. (2005). Cetacean distributions relative to ocean processes in the northern California Current System. *Deep-Sea Research II*, 52: 145-167.

Torres, L., McLellan, W., Meagher, E. and Pabst, D.A. (2005). Seasonal distribution and relative abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, along the US mid-Atlantic coast. *J. Cetacean Res. Manage.*, 7(2): 153-161.

Warner, R. and Schofield, C. (2012). *Climate Change and the Oceans: gauging the legal and policy currents in the Asia Pacific and beyond*. Edward Elgar Publishing Limited: United Kingdom.

Wells, R., Scott, M. (2002). "Bottlenose Dolphins". En Perrin, W., Wursig, B., Thewissen, J. (Eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. (pp. 122–127). Academic Press: United States.

Wells, R. (2010). Feeling the heat: potential climate change impacts on bottlenose Dolphins. *Journal of the American Cetacean Society*. 39(2): 12-17

Whitehead, H., McGill, B. and Worm, B. (2008). Diversity of deep-water cetaceans in relation to temperature: implications for ocean warming. *Ecology Letters*, 11: 1198-1207.

Yeates, L. and Houser, D. (2008). Thermal tolerance in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *The Journal of Experimental Biology*, 211: 3249-3257

**EXPLORACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS GÉNEROS
Stenella y *Tursiops* (ORDEN CETACEA) POR EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN
EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL**

Colindres, Ivonne¹, Avendaño Mendoza, Carlos² y Ortiz, Jenniffer³

¹ Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, ²Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, ²Licenciada en Biología

ivonne81.cm@gmail.com

Palabras clave: cambio climático, patrones de distribución, *Stenella*, *Tursiops*, temperatura superficial del mar.

Resumen

La variabilidad de la distribución puede ser el resultado de diversos fenómenos, donde el cambio climático se considera como una causa. Los cetáceos como organismos susceptibles a los cambios de temperatura, con esta investigación se busca evaluar el efecto del cambio climático en la distribución de los cetáceos de los géneros *Stenella* y *Tursiops* al determinar las variaciones en los rangos de distribución durante las décadas de los 80, 90 y 2000 al correlacionar la distribución con la variabilidad de temperatura superficial del mar en el Pacífico Oriental. El conocer como el impacto del cambio climático afecta la biota marina es de gran valor en la toma de decisiones para desarrollar estrategias de conservación y manejo, donde los análisis a largo plazo permiten identificar los cambios y patrones de zonación. Se seleccionaron cuatro especies de delfines: *Stenella attenuata*, *Stenella coeruleoalba*, *Stenella longirostris* y *Tursiops truncatus*. Se realizó una búsqueda de registros de avistamientos en el océano Pacífico Oriental durante los años 80, 90 y 2000 para la elaboración de mapas e identificar los cambios en los rangos de distribución. Adicionalmente se obtuvieron de distintos cruceros (SWFSC Marine Mammal Survey) datos de las temperaturas para los análisis: Cajas de Tukey, Kruskal Wallis, correlación de Spearman y componentes principales a fin de encontrar la relación entre distribución y cambios de temperatura. Se encontró que existe un efecto de los cambios de temperatura en la distribución de los delfines. Los años 90 y 2000 son los que presentaron una diferencia en comparación a los años 80. Todas las especies presentaron un aumento en el rango de distribución con reportes de avistamientos hacia el norte, *S. coeruleoalba* y *T. truncatus* son los más evidentes. Los cambios disposición por efecto de temperatura fue evidente en *T. truncatus*, donde se observa un acercamiento y alejamiento de las costas de California. *S. longirostris* presentó el rango de distribución más restringido y en *S. attenuata* se observó un aumento de registros de los años 80 a los 90 en el área del Golfo de California. Se recomienda que en oportunidades posteriores se realice una búsqueda exhaustiva en diferentes medios con el objetivo de cubrir los vacíos temporales.

ANEXOS

Anexo 1. Recorridos de los cruceros SWFSC Marine Mammal Survey

