



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**REVISIÓN MORFOLÓGICA Y ACTUALIZACIÓN DE LA
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PECES GUITARRA
(ELASMOBRACHII: BATOIDEA: RHINOBATIDAE) EN
MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

(BIÓLOGO)

P R E S E N T A:

EDUARDO VILLALOBOS SEGURA



**DIRECTOR DE TESIS: M en C. HÉCTOR
SALVADOR ESPINOSA PÉREZ
(2012)**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno

Villalobos

Segura

Eduardo

55 15 41 27

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

303223652

2. Datos del tutor

M. en C.

Héctor Salvador

Espinosa

Pérez

3. Datos del sinodal 1

Dr.

Abraham

Kobelkowsky

Díaz

4. Datos del sinodal 2

M. en C.

David

Salinas

Torres

5. Datos del sinodal 3

Dr.

Leticia

Huidobro

Campos

6. Datos del sinodal 4

M. en C.

Xavier

Valencia

Díaz

7. Datos del trabajo escrito

Revisión morfológica y actualización de la distribución geográfica de los peces guitarra (Elasmobranchii: Batoidea: Rhinobatidae) en México.

112 p

2012

Dedicatoria.

A mis padres, por enseñarme a través de su dedicación al trabajo a apreciar la biología y por esas colectas en vacaciones.

A mi familia por su incondicional apoyo y consejos.

A mis amigos Raúl, Leonardo, Daniel, Christian, a los Minimetleros.

En memoria de mi perro Blondy.

Agradecimientos.

Mi mas sincero agradecimiento al comité revisor.

Al M. en C. Héctor Espinosa Pérez, por enseñarme acerca de los peces y aceptar ser mi director de peces.

A la M. en C Jatziry Marlene Garcian Negrete, por los consejos en los análisis y por las fotografías tomadas de los ejemplares de la CI-CICIMAR.

Al Biól. Daniel Anuar Sepúlveda Jiménez, por enseñarme la metodología de la Morfometría Geométrica.

A la Biól. Chirstian Lambarri Martínez, por todo lo que apporto a este trabajo.

Contenido.

Resumen.....	1
Abstract.....	1
Introducción	2
Antecedentes	4
Marco Teórico	5
Hipótesis.....	7
Justificación.....	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Particulares.....	8
Área de estudio.....	8
Costa.....	9
Método.....	12
Resultados.....	16
CAÍTULO I: Taxonomía	16
CAPÍTULO II: Morfometría Geométrica.....	37
Análisis de Dimorfismo Sexual.....	37
Función discriminante.....	38
Análisis entre los géneros.....	40
Análisis de componentes principales (ACP).....	41
Función discriminante.....	45
Análisis del género <i>Rhinobatos</i>	48
Análisis de variables canónicas (AVC)	48
Análisis pareado	53
Función discriminante.....	54
Análisis del género <i>Zapteryx</i>	71
Función discriminante.....	71
Análisis para grupos problemáticos	72
Función discriminante.....	72
Análisis al interior de <i>Rhinobatos productus</i>	73
Análisis de componentes principales (ACP).....	74
Análisis canónico de variables (AVC).....	78
Pruebas de Análisis Pareado	82
Función discriminante.....	82
Análisis al interior de <i>Rhinobatos lentiginosus</i>	88
Análisis de componentes principales (ACP).....	88
Función discriminante.....	90
Discusión.....	93
Conclusión	95
Anexo I. Análisis de los géneros de la familia Rhinobatidae	105
Anexo II. Análisis de género <i>Rhinobatos</i>	106
Anexo III. Análisis de <i>R. productus</i>	107
Anexo IV. Comparación entre las poblaciones norte y sur sin los individuos de Nayarit	109
Anexo V. Análisis de <i>R. lentiginosus</i>	110
Anexo VI. Glosario	111

Índice de imágenes

Figura 1. El área de estudio del presente trabajo y estados en los que se tiene registros.	8
Figura 2. Imagen dorsal de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> con las dos curvas en el disco pectoral y el ángulo en la punta del hocico con los semi-puntos de referencia.	14
Figura 3. Imagen dorsal de un espécimen de <i>Rhinobatos productus</i> , con los 29 puntos y el ángulo en la punta del hocico.	15
Figura 4. <i>Zapteryx exasperata</i> (CNPEIBUNAM-17825), colectado en Golfo de California, Baja California Sur, en la Bahía Santa Inés.	19
Figura 5. <i>Zapteryx xyster</i> (CNPEIBUNAM-16661), colectado en Oaxaca, San Francisco del Mar.	21
Figura 6. <i>Rhinobatos glaucostigma</i> (CNPEIBUNAM-942), colectado en la bahía de Chamela, Jalisco.	25
Figura 7. A. <i>Rhinobatos lentiginosus</i> colectado en el norte del Golfo de México, este organismo no está depositado en ninguna colección fue colectado en Crucero realizado por la Universidad de Cornell y se mostró en un curso de verano. B. <i>Rhinobatos lentiginosus</i> (CNPEIBUNAM-17827), colectado en Veracruz, agrupado dentro de la población centro. C. <i>Rhinobatos lentiginosus</i> (CNPEIBUNAM-213), colectado en Campeche agrupado dentro de la población sur.	27
Figura 8. <i>Rhinobatos leucorhynchus</i> (CNPEIBUNAM-1039), colectado en Oaxaca, en el Mar de Tileme, San Mateo del Mar.	29
Figura 9. A. <i>Rhinobatos productus</i> (CICIMAR-1787), colectado en Baja California Sur, Bahía Magdalena, agrupado dentro de la población externa. B. <i>Rhinobatos productus</i> (CNPEIBUNAM-17818), colectado en el Golfo de California, Caborea, playa Santo Tomás, agrupado dentro de la población norte. C. <i>Rhinobatos productus</i> (CNPEIBUNAM-17829), colectado, en Bahía Banderas, agrupado dentro de la población sur.	31
Figura 10. <i>Rhinobatos</i> sp. (CICIMAR-1804), colectado en Baja California Sur, en la Bahía de la Paz.	33
Figura 11. Comparación entre las formas consenso de macho y hembra de <i>R. glaucostigma</i>	38
Figura 12. Comparación entre las formas consenso de macho y hembra de <i>R. productus</i>	38
Figura 13. Comparación entre las formas consenso de macho y la hembra de <i>R. leucorhynchus</i>	39
Figura 14. Comparación entre las formas consenso del macho y la hembra de <i>Rhinobatos</i> sp.	39
Figura 15. Comparación entre las formas consenso del macho y la hembra de <i>R. lentiginosus</i>	39
Figura 16. Comparación entre las formas consenso del macho y la hembra de <i>Z. exasperata</i>	40
Figura 17. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP: CP1 vs CP2.	41
Figura 18. Diagramas de entramado y de rejillas de deformación generados en el ACP para las formas contenidas en el factor de escala 0.12 y -0.05 del CP1.	42
Figura 19. Diagrama de entramado y rejillas de deformación obtenidos en el ACP, para las formas contenidas en las escalas 0.06 y -0.03 del CP2.	43
Figura 20. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP: CP3 vs CP4.	44
Figura 21. Diagramas de entramado y de rejillas de deformación obtenidos en el ACP, para las formas contenidas en las unidades de escala 0.05 y -0.05 del CP3.	44
Figura 22. Comparación entre las formas consenso de los.	46

Figura 23. Representación gráfica de las distribuciones de los grupos que se obtienen mediante el VCA: VC1 vs VC2.....	49
Figura 24. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las escalas de -5 y 5 del VC1.....	50
Figura 25. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las unidades de escala de 4 y -4 del VC2.....	51
Figura 26. Representación gráfica de las distribuciones de los grupos que se obtienen mediante el VCA: VC3 vs VC4.....	52
Figura 27. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las unidades de escala -3 y 10 del VC3.....	53
Figura 28. Comparación entre las formas consenso de <i>R. glaucostigma</i> – <i>R. lentiginosus</i>	55
Figura 29. Comparación entre las formas consenso de <i>R. glaucostigma</i> – <i>R. leucorhynchus</i>	56
Figura 30. Comparación entre las formas consenso de <i>R. glaucostigma</i> – <i>R. prahli</i>	57
Figura 31. Comparación entre las formas consenso de <i>R. glaucostigma</i> – <i>R. productus</i>	58
Figura 32. Comparación entre las formas consenso de <i>R. glaucostigma</i> – <i>Rhinobatos</i> sp.....	59
Figura 33. Comparación entre las formas consenso de <i>R. lentiginosus</i> – <i>R. leucorhynchus</i>	60
Figura 34. Comparación entre las formas consenso de <i>R. lentiginosus</i> – <i>R. prahli</i>	61
Figura 35. Comparación entre las formas consenso de <i>R. lentiginosus</i> – <i>R. productus</i>	62
Figura 36. Comparación entre las formas consenso de <i>R. lentiginosus</i> – <i>Rhinobatos</i> sp.....	62
Figura 37. Comparación entre las formas consenso de <i>R. leucorhynchus</i> – <i>R. prahli</i>	63
Figura 38. Comparación entre las formas consenso de <i>R. leucorhynchus</i> – <i>R. productus</i>	64
Figura 39. Comparación entre las formas consenso de <i>R. leucorhynchus</i> – <i>Rhinobatos</i> sp.....	65
Figura 40. Comparación entre las formas consenso de <i>R. prahli</i> – <i>R. productus</i>	66
Figura 41. Comparación entre las formas consenso de <i>R. prahli</i> – <i>Rhinobatos</i> sp.....	67
Figura 42. Comparación entre las formas consenso de <i>R. productus</i> – <i>Rhinobatos</i> sp.....	68
Figura 43. Comparación entre las formas consenso de <i>Z. exasperata</i> – <i>Z. xyster</i>	71
Figura 44. Comparación entre las formas consenso de <i>R. lentiginosus</i> – <i>R. leucorhynchus</i>	73
Figura 45. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP (CP1 vs CP2).....	75
Figura 46. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el ACP a una escala de	75
Figura 47. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el ACP en las unidades de escala -0.05 y 0.05 del CP2.....	76
Figura 48. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP (CP3 vs CP1).....	77
Figura 49. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el ACP en las unidades de escala de -0.03 y 0.03 del CP3.....	78
Figura 50. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el AVC: VC1 vs VC2.....	78
Figura 51. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las unidades de escala de -10 y 10 del VC1.....	79
Figura 52. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC a una escala de 4 del VC2.....	80
Figura 53. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el AVC: VC1 vs VC3.....	81
Figura 54. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC a una escala de -4 y 2 del VC3.....	81

Figura 55. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones externa y norte.	83
Figura 56. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones externa y sur.	84
Figura 57. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones norte y sur.	84
Figura 58. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones centro y sur.	85
Figura 59. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP: CP1 vs CP2.	88
Figura 60. Gráficas de entramado y rejillas de deformación obtenidas en el ACP a -0.03 y 0.03 unidades de escala del CP1.	89
Figura 61. Gráficas de entramado y rejillas de deformación obtenidas en ACP a -0.05 y 0.05 unidades de escala del CP2.	90
Figura 62. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones sur y centro.	91
Figura 63. Áreas del Golfo de México basadas en el tipo dominante de sedimento (Lynch 1954, en Powers 1977).	92

Índice de tablas.

Tabla 1. Géneros y especies de Rhinobatidae registrados para México: Especies presentes en el Golfo de México: (G), especies presentes en el Pacífico: (P) y especie presente en el Caribe mexicano: (C).	5
Tabla 2. Provincias del Golfo de California. (T: Temperatura, P: Profundidad).	10
Tabla 3. Pacífico Tropical Mexicano (temperatura: T°).	10
Tabla 4. Características geográficas de las regiones en las que se divide en Golfo de México.	11
Tabla 5. Resultados de la comparación de <i>R. glaucostigma</i> (hembra / macho).	38
Tabla 6. Resultados de la comparación de <i>R. productus</i> (macho/ hembra).	38
Tabla 7. Resultados de la comparación de <i>R. leucorhynchus</i> (hembra/macho).	39
Tabla 8. Resultados de la comparación de <i>Rhinobatos</i> sp. (hembra/macho).	39
Tabla 9. Resultados de la comparación de <i>R. lentiginosus</i> (hembra / macho).	39
Tabla 10. Resultados de la comparación de <i>Z. exasperata</i> (hembra / macho).	40
Tabla 11. Resultados obtenidos a partir del ACP.	41
Tabla 12. Resultados del análisis de discriminantes.	45
Tabla 13. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	46
Tabla 14. Resultados obtenidos en el análisis de Kruskal-Wallis para los géneros de la familia Rhinobatidae.	47
Tabla 15. Medias de las mediciones utilizadas para separar a los géneros de la familia Rhinobatidae.	47
Tabla 16. Distribución de los ejemplares de acuerdo a su especie.	48
Tabla 17. Resultados obtenidos a partir del AVC.	48
Tabla 18. En la parte superior, distancias de <i>Mahalanobis</i> entre grupos y en la parte inferior los valores de p del análisis pareado con 1,000 permutaciones.	53
Tabla 19. En la parte superior distancias de <i>Procrustes</i> entre grupos y en la parte inferior los valores de P del análisis pareado con 1,000 permutaciones.	54
Tabla 20. Resultados del análisis de discriminantes con 1,000 y 2,000 permutaciones.	54
Tabla 21. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	55
Tabla 22. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	56
Tabla 23. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de sus formas.	57
Tabla 24. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	58
Tabla 25. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	59
Tabla 26. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	60

Tabla 27. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.	61
Tabla 28. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.....	62
Tabla 29. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.....	62
Tabla 30. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.	63
Tabla 31. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.....	64
Tabla 32. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.....	65
Tabla 33. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.	66
Tabla 34. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.	67
Tabla 35. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	68
Tabla 36. Resultados de la prueba estadística Kruskal-Wallis, entre las especies del género <i>Rhinobatos</i>	69
Tabla 37. Medias de las mediadas utilizadas para separar a las especies del género <i>Rhinobatos</i>	70
Tabla 38. Resultados del análisis de discriminantes.	71
Tabla 39. Medias de las mediadas utilizadas para separar a las especies del género <i>Zapteryx</i>	72
Tabla 40. Resultados del análisis de discriminantes.	73
Tabla 41. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.	73
Tabla 42. Grupos en los que se dividieron los 35 ejemplares de <i>Rhinobatos productus</i>	74
Tabla 43. Resultados obtenidos en el ACP.	74
Tabla 44. Resultados obtenidos a partir del AVC.....	78
Tabla 45. Distancias de <i>Mahalanobis</i> entre grupos parte superior y en la parte inferior los valores de P con 1000 permutaciones.....	82
Tabla 46. Distancias de <i>Procrustes</i> entre grupos parte superior y en la parte inferior los valores de P con 1000 permutaciones.....	82
Tabla 47. Resultados del análisis de discriminantes con 1,000 y 2,000 permutaciones.	82
Tabla 48. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	83
Tabla 49. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	84
Tabla 50. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	84
Tabla 51. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.	85
Tabla 52. Resultados de la prueba estadística Kruskal-Wallis, entre las poblaciones de <i>R. productus</i>	87
Tabla 53. Medias de las mediadas utilizadas para separar a las poblaciones de <i>R. productus</i>	87
Tabla 54. Valores principales obtenidos mediante el Análisis de Componentes Principales.	88
Tabla 55. Resultados obtenidos en la función discriminante.....	90
Tabla 56. Tabla clasificatoria de acuerdo a la forma.	91
Tabla 57. Sedimentos encontrados en la figura (63).	92

Resumen

Las guitarras son peces enteramente marinos que pertenecen a la familia Rhinobatidae. Desde que en 1965 Castro-Aguirre presenta un primer listado de especies para México la composición y el número de especies han cambiado. El objetivo del presente trabajo es dar a conocer el número total de especies en las aguas nacionales y de registrar la posible variación de los caracteres de importancia diagnóstica, tanto los citados en la literatura, como otros nuevos obtenidos de la revisión actual. Con éste fin se realizó un análisis con morfometría geométrica por medio de fotografías digitales de varios especímenes, depositados en la Colección Nacional de Peces (CNPE) del Instituto de Biología de la UNAM y del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), procedentes de las costas del Pacífico, y de las costas del Golfo de México. Se utilizaron los análisis de Componentes Principales, Análisis de Variables Canónicas, Análisis de Función Discriminante y, buscando una comprobación estadística de las mediadas obtenidas se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis. A partir de estos análisis se obtuvo un total de nueve conjuntos y se identificaron dos de estos como grupos de interés con posibles especies crípticas, se encontraron un total de 17 caracteres morfológicos ubicados, que permiten la determinación de los dos géneros *Zapteryx* y *Rhinobatos*, 10 caracteres que permiten la identificación de las especies dentro de *Rhinobatos* y 10 caracteres que permiten la determinación de poblaciones dentro de *R. productus*.

Palabras clave: Rhinobatidae, *Zapteryx*, *Rhinobatos*, morfometría geométrica.

Abstract

The guitarfishes are a group of completely marine fishes that belongs in the family Rhinobatidae. Castro-Aguirre in 1985 provides a first check list for this family in México, since then there has been few works about the taxonomy of this family, the main goal of this work is to give the total number of species for this family in México and register the possible variation in the characters used for the identification, the ones provided by the literature and the ones raised in this revision. With this goal a geometric morphology analysis was proposed using material from Colección Nacional de Peces (CNPE) del Instituto de Biología de la UNAM y del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), that were collected from both coasts of México; the Pacific and the Atlantic the methods for the analysis were Principal Components, Canonic Variables and the Discriminant Function and searching for confirmation in the results a statistical test was used "Kruskal- Wallis", the results of these analysis, a total of 9 groups were found two of those with the presence of cryptic species, with 17 quantitative characters that separate the genders *Zapteryx* y *Rhinobatos*, 10 character that identify the species of *Rhinobatos* and 10 character for the determination of populations from *R. productus*.

Key words: Rhinobatidae, *Zapteryx*, *Rhinobatos*, geometric morphology.

Introducción

Los peces de esqueleto cartilaginoso, clase Chondrichthyes (Huxley, 1880), son un grupo de Gnatostomados muy antiguos que comprende a los tiburones, las rayas y quimeras. Su organización taxonómica incluye 2 subclases, 18 órdenes, 55 familias y aproximadamente 1,200 especies (Compagno, 1977; Nelson, 2006; Heinicke *et al.*, 2009). Dentro de este grupo encuentran representados una gran variedad de patrones corporales, estilos de vida y todas las formas de reproducción conocidas para los vertebrados. La mayor diversidad de estos peces se encuentra en aguas tropicales y subtropicales cercanas a la costa (Heinicke *op. cit.* 2009).

La familia Rhinobatidae o *peces guitarra*, representa uno de los taxa más antiguos del linaje de los batoideos y está compuesta por organismos marinos bentónicos. Contiene 42 especies, contenidas en cuatro géneros Nelson (2006): *Aptychotrema* (Norman, 1926), *Rhinobatos* Linck, 1790, *Acroteriobatus* (Bonaparte, 1846), *Trygonorrhina* (Müller y Henle, 1838) y *Zapteryx* Jordan y Gilbert, 1880.

Los rinobátidos son consumidores secundarios, su dieta está compuesta principalmente por crustáceos, anfioxos, bivalvos, ascidias y peces óseos. Detectan a sus presas mediante electrorrecepción y olfato, y las atrapan removiendo el sedimento con la ayuda de su hocico para posteriormente ingerirlas por succión. Al igual que otros elasmobranquios, presentan cambios en la dieta a lo largo de su vida, relacionados con el crecimiento de estructuras que les permiten el acceso a nuevas presas (Wilga, 1987; Barbini, 2004). Las proporciones corporales entre machos y hembras no varían mucho, el dimorfismo sexual se ve evidenciado por la presencia de un par de estructuras modificadas en las aletas pélvicas de los machos, conocidos como *gonopterigios* que les permiten colocar el esperma dentro del útero de la hembra. La forma de los dientes es otro carácter que denota este cambio; en el caso de las hembras y de los machos inmaduros, las cúspides son redondeadas, mientras que en los machos maduros las cúspides son obtusas (Bor, 1983).

Son organismos ovovivíparos, tienen entre cuatro y ocho crías (Seck, 2004; Márquez-Farías, 2007), el tiempo de gestación es de 11 a 12 meses. En algunas especies se presenta una diapausa en el desarrollo embrionario, cuando las condiciones ambientales son poco favorables (Mejía-Falla, 2006).

Los rinobátidos se distribuyen en todos los océanos del planeta, son característicos de aguas tropicales a templadas y de zonas de poca profundidad cercanas a la plataforma continental, donde yacen semienterrados en diversos tipos de sedimentos, como lodo, arena, conchillas, grava y diversas combinaciones de estos. Aún se desconocen los factores que determinan la preferencia por un tipo de sustrato sobre otro, pero se cree que aspectos como la talla y la dieta de los organismos, así como la temporada del año juegan un papel importante en la selección (Barbini, 2004).

En México son pocos los trabajos que tratan sobre esta familia desde el punto de vista taxonómico, es posible que en esto radique la mayor justificación para este trabajo.

El objetivo de este estudio es realizar una revisión taxonómica de la familia Rhinobatidae, mediante el uso de morfometría geométrica, con la finalidad de determinar el número de especies que se encuentran en las aguas nacionales. Además de analizar los caracteres diagnósticos y su variación morfológica a través de un gradiente poblacional y geográfico; el material utilizado en esta revisión se obtuvo de muestreos realizados en las costas del Pacífico y del Golfo de México, y que actualmente se encuentra depositado en la Colección Nacional de Peces (CNPE), del Instituto de Biología de la UNAM y en el Colección Ictiológica del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CI-CICIMAR) del IPN.

La morfometría geométrica deriva de la morfometría tradicional o multivariada y del procedimiento de la red de medidas confiables, propuesta por Strauss y Bookstein (1982). Permite la integración de análisis estadísticos multivariados, como el análisis de componentes principales, de variables canónicas y de función discriminante, con la visualización de los cambios en la forma. Este método implica transformar a coordenadas, un conjunto de *puntos* discretos colocados en la anatomía de un organismo o *landmarks* (Schreckn y Moyle, 1990; Toro *et al.*, 2010), estos deben cumplir con los criterios de homología, consistencia en la posición relativa, cobertura adecuada de la forma y repetitividad. Con el objetivo de obtener una descripción adecuada y precisa de la forma que facilite la visualización, interpretación y comunicación de resultados.

El objeto de estudio de la morfometría geométrica es la forma, y que es definida como “toda la información geométrica que resulta de retirar, los efectos de posición, escala y rotación en un objeto” (Kendall, 1977).

La forma del objeto en estudio no se describe en términos de sus dimensiones, sino en función de la relación espacial entre sus partes. La recuperación de la información relativa a la geometría de los objetos permite señalar *a posteriori*, tanto estadística como visualmente, qué regiones o estructuras están siendo cambiando y cómo se están viendo afectadas (Toro *et al.*, 2010). Por ello, los análisis con morfometría geométrica permiten realizar interpretaciones de alto significado biológico, sobre las diferencias entre individuos y grupos (Zeldritch *et al.*, 2004).

Antecedentes

Son pocos los estudios que se han realizado sobre esta familia en México y la mayoría están enfocados a la actividad pesquera y al posible impacto que ésta puede tener; trabajos como los de Blanco (2009) sobre *Zapteryx exasperata* y Márquez–Farías (2005) acerca de *Rhinobatos productus*, que representan dos de las tres especies de rayas más pescadas en nuestro país, tratan someramente el tema de la taxonomía de estos organismos y se centran en aspectos de la reproducción, desde un punto de vista pesquero.

Existen también listados faunísticos que mencionan algunos aspectos morfológicos distintivos de estos organismos, entre ellos destacan los realizados por Castro-Aguirre (1965) y Castro-Aguirre y Espinosa (1996).

Castro-Aguirre (1965) enlista y describe las especies de rayas que se conocían para ese momento en las costas mexicanas, en éste trabajo la familia Rhinobatidae figura con tres géneros (*Platyrrhinoidis*, *Zapteryx* y *Rhinobatos*) que contenían ocho especies (*Rhinobatos planiceps*, *R. lentiginosus*, *R. productus*, *R. glaucostigma*, *R. leucorhynchus*, *Zapteryx brevirostris*, *Z. exasperata* y *Platyrrhinoidis triseriata*).

Castro-Aguirre y Espinosa (1996), presentaron siete especies (*Rhinobatos lentiginosus*, *R. productus*, *R. glaucostigma*, *R. leucorhynchus*, *R. spinosus*, *Zapteryx exasperata* y *P.*

triseriatus)

En la tabla 1 se muestran las especies registradas para el territorio nacional de acuerdo a las publicaciones de Carrera *et al.*, 2012; Castro-Aguirre y Espinosa, 1996; Moncayo *et al.*, 2006 y Schmitter-Soto *et al.*, 2000.

Tabla 1. Géneros y especies de Rhinobatidae registrados para México: Especies presentes en el Golfo de México: (G), especies presentes en el Pacífico: (P) y especie presente en el Caribe mexicano: (C).

Géneros		
<i>Zapteryx</i> Jordan & Gilbert 1880	<i>Rhinobatos</i> Linck 1970	<i>Platyrhinoideis</i> Garman 1881
Especies		
<i>Zapteryx exasperata</i> (Jordan & Gilbert 1880) (P)	<i>Rhinobatos lentiginosus</i> (Garman 1880) (G)	<i>Platyrhinoideis triseriatus</i> (Jordan y Gilbert 1880) (P)
<i>Zapteryx xyster</i> Jordan & Gilbert 1896 (P)	<i>Rhinobatos spinosus</i> (Günther 1870) (P)	
	<i>Rhinobatos productus</i> (Girard 1854) (P)	
	<i>Rhinobatos glaucostigma</i> (Jordan & Gilbert 1883) (P)	
	<i>Rhinobatos leucorhynchus</i> (Günther 1866) (P)	
	<i>Rhinobatos prahli</i> Acero & Franke 1995 (P)	
	<i>Rhinobatos percellens</i> (Walbaum 1792) (C)	

En su trabajo Sandoval-Castillo *et al.* (2004), discuten la presencia de una especie críptica de *Rhinobatos productus* en Golfo de California. Esto debido a su amplia y continua distribución, que podría causar aislamiento entre poblaciones. En este análisis se utilizaron herramientas moleculares, a partir de las cuales se encontraron diferencias entre los haplotipos de dos grupos; uno ubicado en la parte externa de la península de Baja California y otro en la parte interna, esto indico la presencia de más de una unidad evolutiva significativa para *R. productus* para el Golfo de California.

Marco Teórico

La posición que ocupan rinobátidos dentro del grupo de los batoideos ha cambiado con el paso de tiempo desde que Compagno (1973), los colocó como el grupo más basal, se registran los siguientes cambios:

- ❖ Compagno (1977): Realiza un extenso estudio con los caracteres morfológicos internos

y externos, de los principales grupos de Neoselachios, enlistando un gran número plesiomorfías y sinapomorfías. Generando a partir de estos una hipótesis filogenética, que coloca al orden de los Torpediformes como el grupo más primitivo, seguido por Pristiformes, estos dos taxa quedan como grupos hermanos del resto de las rayas.

De acuerdo con este análisis los rinobátidos son el grupo más cercano a las rayas (Familia Rajidae) mientras que los miliobátidos son el más derivado.

❖ Nishida (1990): Usando caracteres externos e internos de la morfología de 88 individuos, realizó una reconstrucción filogenética, que coloca a los Pristiformes como el grupo más primitivo de los Batoideos, seguido por los géneros *Rhynchobatus* y *Rhina* incluidos en el suborden Rhinobatoidei, seguidos por los Torpediformes y posteriormente los miembros de Rhinobatidae que son considerados un grupo hermano a los demás batoideos, dentro de la familia y coloca a *Zapteryx* como el género más apomórfico.

❖ McEachran y Myake (1996): A partir de un estudio realizado con 30 taxa y que involucró 65 caracteres, colocan a los Torpediformes como grupo hermano al resto de los batoideos y a los Pristiformes como grupo hermano de *Rhina*, *Rhynchobatus*, rinobátidos, rayas y miliobátidos. Este análisis coloca a los rinobátidos como un grupo polifilético.

❖ Nelson (2006): En la recopilación de información sobre los peces del mundo coloca a la familia Rhinobatidae, dentro del Orden de los Rajiformes, como el segundo grupo más plesiomórfico, por encima de la familia Rhinidae y normaliza la separación de *Platyrrhinoidis* dentro de la familia Platyrrhinidae.

La siguiente clasificación está basada en Nelson (2006), sólo se presenta un orden de batoideos “Rajiformes” ya que en éste se encuentra la familia Rhinobatidae (Müller y Henle, 1837).

Clase Chondrichthyes Huxley, 1880

Subclase Elasmobranchii Bonaparte, 1838

División Neoselachii (Cappetta, 1987)

Subdivisión Selachii Cuvier, 1817

Superorden Galeomorphii Compagno, 1973
Superorden Squalomorphii Compagno, 1977
Subdivisión Batoidea (Herman, 1979)
Órden Rajiformes Berg, 1940
Familia Rhinobatidae Müller y Henle, 1837
Subclase Euchondrocephalii Lund y Grogan, 1997
Órden Chimaeriformes Obruchev, 1953

Hipótesis

H1: Las especies de rinobátidos registradas en México no representan la diversidad real de la familia.

H0: Las especies de rinobátidos registradas en México hasta el momento si representan la diversidad real de la familia.

Justificación

Los rinobátidos se encuentran entre las principales especies de rayas explotadas en México, prueba de esto es que en algunos estados como Baja California, aproximadamente 46.9% de la pesca de rayas, está compuesta por peces guitarra (Márquez-Farías, 2005). Sus características reproductivas, como el tiempo de gestación, los hace un grupo muy vulnerable a las pesquerías (Barbini, 2004 y Last, 2007).

La información biológica, ecológica y sobre la distribución geográfica de estos peces es escasa, por lo que es de suma importancia generar más información sobre este grupo, que permita corregir errores en la identificación de estas especies y permita el diseño de normativas y proyectos que regulen su conservación y explotación racional. Además de la inherente relevancia científica del reconocimiento de los caracteres diagnósticos para cada especie y además del conocimiento de la variación morfológica a través de un gradiente geográfico (Last, 2007).

Objetivo General

❖ Analizar y actualizar la información taxonómica y la distribución geográfica de las especies de la familia Rhinobatidae en México.

Objetivos Particulares

- ❖ Determinar caracteres morfológicos que permitan la identificación de los rinobátidos, mediante el análisis de diferentes claves de identificación (Castro-Aguirre, 1965, Castro-Aguirre y Espinosa Pérez, 1996; McEachran, 1998).
- ❖ Por medio de imágenes digitales seleccionar los caracteres y delimitar las medidas de las estructuras seleccionadas en los ejemplares de estudio.
- ❖ A través de los programa *MORPHOJ* realizar el análisis de morfometría geométrica y mediante los programas *TpsDig* y *Excel* estimar las medidas de los caracteres.
- ❖ Efectuar los análisis estadísticos: Componentes Principales, Variables Canónica, Función Discriminante y Kruskal-Wallis

Área de estudio

El presente trabajo abarca las costas del Atlántico y Pacífico mexicano. Dada la complejidad fisiográfica que presentan algunas de las áreas de distribución de los organismos estudiados, únicamente se mencionarán algunos de los rasgos más importantes para ellos, basados en los trabajos de (De La Lanza, 1991; García y Falcón, 1974; Powers, 1974; Bourillón *et al.*, 1988; Britton y Morton, 1989 y Hendrickx, 1995).



Figura 1. El área de estudio del presente trabajo y estados en los que se tiene registros.

Costa Occidental de la Península de Baja California

- ❖ Latitudes que abarca: 32° 30' N a 28° 00' N.
- ❖ Estados que incluye: Baja California y Baja California Sur.
- ❖ Fisiografía costera: Predominan acantilados rocosos, con algunas playas arenosas intercaladas. Las bahías más importantes son; Todos Santos, Colnett, San Quintín, Sebastián Vizcaíno, San Cristóbal, San Hipólito, Ballenas y Magdalena.

La mayor parte de los ríos que desembocan en la costa son temporales, de régimen torrencial durante la temporada de lluvias, entre ellos destacan El Tijuana, Guadalupe, San Vicente, Santo Domingo y Rosario.

- ❖ Islas: Coronados, Guadalupe, Cedros, Natividad, Magdalena y Margarita.
- ❖ Condiciones oceanográficas básicas: Su litoral se caracteriza por presentar condiciones de un mar templado, influenciado principalmente por la corriente de California, temperaturas superficiales del agua entre 5° y 25° C.
- ❖ Plataforma continental: Muy estrecha.
- ❖ Sustrato marino: Principalmente rocoso-arenoso, en las bahías predomina el arenoso.

Golfo de California

- ❖ Estados que incluye: Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa.
- ❖ Islas: En el interior del golfo se tienen registradas más de 100 islas y otros tantos islotes, que muestran una gran variedad de edades, orígenes geológicos y características fisiográficas, así como una gran biodiversidad terrestre y marina, con un alta proporción de especies endémicas (tabla 2).

Tabla 2. Provincias del Golfo de California.(T: Temperatura, P: Profundidad).

Golfo de California abarca: de los 31° 38' N a los 23° 00' N.							
Provincias	Topografía	Islas más importantes	Clima	Sedimentos Marinos	Provincias oceanográficas	Rasgos Físicos	Límite
Norte	Extensos abanicos sedimentarios provenientes del Río Colorado, plataforma continental muy estrecha.	Ángel de la Guarda, Tiburón, Espíritu Santo	Semidesértico con lluvias en invierno	Arenas feldespatos, Arcosa	Golfo Superior	T: 10°C-30°C P: 200 m	Desde Río Colorado hasta Isla Tiburón
					Canal de Ballenas-Fosa Salsipuedes	T: 5°C-12°C P:1500 m	Desde la costa de Baja California hasta las islas Ángel de la Guarda, Rasa, Salsipuedes, Las Animas y San Lorenzo
Centro	Cuencas de pendientes suaves y anchas, con sedimentos de origen biogénico, plataforma continental muy estrecha	Tortuga, San Marcos y Santa Inés de origen volcánico	Semidesértico con lluvias en invierno	Arcosa y Grauvaca	Golfo Inferior	T: 14°C Media anual	Entre Isla Tiburón y Cabo San Lucas
					Entrada del Golfo	T: 38°-20° C	Mazatlán y Cabo Corrientes
Sur	Muy irregular con cañones y montes submarinos; plataforma continental muy estrecha	San José, Cerralvo, Carmen, Coronados	Cálido Subhúmedo				

Pacífico tropical Mexicano

En la tabla 3 se muestran algunas de las características geográficas del Pacífico tropical mexicano.

Tabla 3. Pacífico Tropical Mexicano (temperatura: T°).

Pacífico Tropical Mexicano abarca: de 22° 33'N a 14° 31'N latitud.					
Estados que incluye	Plataforma continental	Topografía	Lagunas costeras	Islas	Clima
Nayarit	Angosta	Costas rocosas interrumpidas por playas arenosas	Presentan alrededor de 32 lagunas costeras, destacan; Agua Brava, Cuytlán, lagunas Superior e Inferior, Mar Muerto y el sistema lagunar Chantuto-Panzacola	Isla María Isabelita, San Juanico, Madre, María Magdalena, María Cleofas, Socorro, San Benedicto	Cálido subhúmedo, T°: 23.5-29°C
Colima					
Jalisco					
Michoacán					
Guerrero					
Oaxaca	Amplia	Playas arenosas			
Chiapas					

Golfo de México

El golfo es una extensión de agua parcialmente bloqueada por las penínsulas de Florida y de Yucatán. Presenta una profundidad máxima de aproximadamente 3,400 m, en la tabla 4 se muestran algunas de las características de esta región (De la Lanza, 1991).

El movimiento de las masas de agua dentro del Golfo de México es provocado principalmente por la entrada de agua tropical proveniente del Caribe, que pasa a través del canal de Yucatán y penetra al golfo por dos ramales, uno bordea la costa norte de la península de Yucatán y se interna siguiendo la costa de Campeche, Tabasco y Veracruz, y el otro se continua dentro del golfo en dirección NW hasta alcanzar el litoral de Texas, E.UA. Esto se ve reflejado en el fuerte intercambio entre biotas que se presentan entre estas dos zonas (tabla 4).

Tabla 4. Características geográficas de las regiones en las que se divide en Golfo de México.

Golfo de México abarca las latitudes 25° 57' - 18° 29' N							
Regiones Fisiográficas	Estado	Plataforma Continental	Sustrato marino	Clima /Corrientes principales	Lagunas costeras	Ríos	Islas
Costa de Tamaulipas	Tamaulipas	Moderada	Limos arenosos terrígenos y lodos terrígenos, arenas carbonatadas, de origen biogénico (restos de conchas de moluscos, algas calcáreas, etc.	Los climas en esta región van de los secos cálidos y semicálidos del norte a los cálidos subhúmedos y húmedos del sur. La corriente más importantes son: Lazo, Golfo	Su contorno está interrumpido por más de 30 lagunas costeras, destacan por su dimensión: Laguna Madre, Tamiahua, Alvarado, Sontecomapan, Carmen-Machona y	Pánuco, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta	Formadas por arrecifes coralinos emergentes como Lobos, Verde, Sacrificios, Enmedio, Del Carmen, Arcas y Triángulos
Costa de Veracruz	Veracruz	Amplia					
Bahía de Campeche	Veracruz y Tabasco						
Costa de Campeche	Campeche						

Mar Caribe

- ❖ Latitudes que abarca: 21° 15' y 18° 30' N, desde cabo Catoche hasta Banco Chinchorro
- ❖ Estados que incluye: Yucatán y Quintana Roo.
- ❖ Fisiografía Costera: Se divide en tres zonas: Laguna arrecifal, barrera arrecifal y

plataforma arenosa. Con un amplio intervalo de profundidad que va desde 1600 m hasta los 60 metros.

❖ Topografía: Presenta grandes barreras arrecifales y playas arenosas, debido a esto se presenta dos tipos principales de sedimentos; arenas biogénicas y arenas.

❖ Oceanografía: Influenciado principalmente por la Corriente del Caribe que lleva aguas tropicales con temperaturas de 25 a 28°C, la dinámica del agua se ve influenciada por tres eventos a lo largo del año: Vientos Alisios en Febrero y Julio, una época de transición en Julio y Septiembre y un periodo de nortes en Octubre y Enero.

❖ Islas: Arrecife Alacrán, Holbox, Contoy, Blanca, Mujeres, Cozumel y Arrecife Chinchorro.

❖ Lagunas costeras: Paila.

Método

Se utilizaron los datos de colecta y el material depositado en la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM (CNPE) y de la Colección Ictiológica del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas “CI-CICIMAR” del INP.

Revisión de catálogos digitalizados y bibliográficos

1. Se realizaron búsquedas en diferentes trabajos, con el objetivo de determinar cuáles de las especies de rinobátidos están citadas para México.

2. Se utilizaron artículos y las descripciones originales de los organismos estudiados, para determinar las especies de rinobátidos para México y reconocer cuáles son los caracteres importancia taxonómica para su determinación.

Análisis taxonómico de los organismos

1. Para cada especie se examinaron los caracteres de importancia diagnóstica y se identificaron, se curaron y se catalogaron los organismos que no estaban depositados en la CNPE y se revisó la identificación de aquellos que si lo estaban.

2. A partir de los datos morfológicos obtenidos de los ejemplares, se realizaron descripciones generales para cada especie. A esta información se le agregó la adquirida de la

revisión bibliográfica con el objetivo de generar una clave de identificación lo más robusta posible. En el caso de los nuevos caracteres de importancia diagnóstica, encontrados en el presente trabajo, fueron registrados y comparados con los ejemplares de todas las especies.

Análisis merístico de los organismos

Algunas de las medidas del presente trabajo, fueron tomadas de Siqueiros-Beltrones (1990), mientras que la parte morfométrica se basó en Zeldritch *et al.* (2004). Para el planteamiento de este trabajo fueron de importancia fundamental los trabajos de Strauss y Bookstein (1982) y Toro *et al.* (2010).

El método de preparación de los ejemplaras para fotografiarlos fue el siguiente:

1. Se remojaron organismos en agua con jabón para que se rehidrataran, facilitando su acomodo en una posición recta, se fijaron mediante alfileres y plastilina en una superficie plana de poliuretano, para estirarlos y reducir los posibles errores en los de menor talla, para los organismos más grandes se usó una prensa de acrílico, una tabla y clavos.

2. Se tomaron fotografías de cinco megapíxeles en cada organismo de la superficie dorsal, la captura de imágenes se realizó con una cámara Sony cyber shot con lentes Zeiss y con un soporte de cámara, se colocó una escala al lado de cada espécimen, para que de esta manera el programa *TPSdig2* (Rohlf, 2009) tuviera un parámetro de medida.

3. Se crearon archivos usando como clasificador la especie, y para los análisis dentro de las especies el clasificador fue la localidad de colecta.

4. Las fotografías se transformaron a formato TPS mediante el programa *TPSutil* (Rohlf, 2005). Se realizaron dos análisis con estas imágenes en ambos se usaron puntos de referencia de criterio biológico de homología y puntos de criterios matemáticos colocados de acuerdo a los parámetros manejados por Strauss y Bookstein (1982) y Toro *et al.* (2010). En ambos procesos, la colocación de los puntos se hizo de manera simétrica y la digitalización de éstos se realizó mediante el programa *TPSdig2*.

5. Para el primer análisis se trazaron tres curvas; dos en la parte baja del disco pectoral y

un ángulo en la punta del hocico. Tanto la curvas como al ángulo se les asignaron nueve puntos de referencia equidistantes, para orientar las curvas se usaron estructuras fáciles de identificar como; la axila pectoral “tipo 1”, la parte más ancha del disco “tipo 3”, la base y término de los cartílagos rostrales “tipo 1”. Para colocar los puntos de referencia en las curvas y en el ángulo se utilizó el programa *TPSutil* (figura 2 y tabla 4).



Figura 2. Imagen dorsal de *Rhinobatos glaucostigma* con las dos curvas en el disco pectoral y el ángulo en la punta del hocico con los semi-puntos de referencia.

Tabla 4. Estructuras a las que se asociaron los puntos de referencia de la figura 2.

Puntos	Puntos en la anatomía	Puntos	Puntos en la anatomía
1	Axila aleta pectoral izquierda	15	Distancia entre L11/L19
2	Distancia entre L2/L4	16	Distancia entre L16/L18
3	Distancia entre L2/L6	17	Distancia entre L17/L19
4	Distancia entre L4/L6	18	Parte más ancha del dorso lado derecho
5	Distancia entre L2/L10	19	Origen de cartilago rostral lado izquierdo
6	Distancia entre L4/L6	20	Distancia entre L20/L22
7	Distancia entre L8/L6	21	Distancia entre L21/L24
8	Distancia entre L8/L10	22	Distancia entre L22/L24
9	Parte más ancha del dorso lado izquierdo	23	Punta del morro
10	Axila aleta pectoral derecha	24	Distancia entre L24/L26
11	Distancia entre L11/L13	25	Distancia entre L24/L28
12	Distancia entre L11/L15	26	Distancia entre L26/L28
13	Distancia entre L13/L15	27	Origen del cartilago rostral lado derecho
14	Distancia entre L14/L16	28	Origen primera aleta dorsal

6. Para el segundo análisis, se colocaron 29 puntos de referencia, 17 de estos fueron puntos de tipo 1, cuatro fueron de tipo 3 y ocho fueron semi-puntos. Esta configuración se usó principalmente en el análisis con morfometría tradicional, la clasificación de estos puntos está

basada en Toro *et al.* (2010), (figura 3 y tabla 5).



Figura 3. Imagen dorsal de un espécimen de *Rhinobatos productus*, con los 29 puntos y el ángulo en la punta del hocico.

Tabla 5. Posición de los puntos de referencia relacionadas con las estructuras del dorso de los organismo figura 2.

Puntos	Puntos en la anatomía	Puntos	Puntos en la anatomía
1	Punta del morro	13	Margen interno de espiráculo lado derecho
2	Margen del disco lado derecho	14	Margen interno de espiráculo lado izquierdo
3	Margen del disco lado Izquierdo	15	Margen externo de espiráculo lado izquierdo
4	Margen inferior del disco lado derecho	16	Margen externo de espiráculo lado derecho
5	Margen inferior del Disco lado izquierdo	17	Distancia intermedia L1/L4
6	Axila aleta pectoral izquierda	18	Distancia intermedia L24/L1
7	Axila aleta pectoral derecha	19	Distancia intermedia L24/L4
8	Origen de la primera aleta dorsal	20	Inicio del hocico lado izquierdo
9	Origen de la segunda aleta dorsal	27	Termino de la aleta caudal

7. Se trabajó principalmente con las imágenes que involucraban a las curvas, pues en éstas se encontró la mayor diferencia entre los caracteres morfológicos, el análisis del inciso seis sólo se usó cuando los grupos no se podían diferenciar por las curvas.

8. El análisis geométrico subsecuente se realizó con el programa *MorphoJ*, para cada conjunto de datos, se hizo un ajuste de *Procrustes*, por el método de alineación de ejes principales utilizando la simetría bilateral de los organismos lo que creó imágenes espejo que redujeron a la mitad el número de puntos. En los análisis se manejó la numeración completa para facilitar su interpretación.

Morfometría tradicional

Las medidas utilizadas en el análisis de la morfometría tradicional se determinaron a partir de los rasgos que variaban más en el análisis geométrico. Para la obtención de estas medidas se aplicó un ajuste geométrico a las coordenadas obtenidas a través de las imágenes digitalizadas. Se trabajó con el archivo base generado por el programa *TPSdig2* (Rohlf, 2005), que guarda la información de los puntos como una coordenada relativa a la posición en la imagen de tipo (x, y), por lo que para obtener la distancia entre dos puntos se obtuvo la hipotenusa de las coordenadas en la imagen entre dos puntos, transformados por la escala.

Utilizando una hoja de Excel, aplicando la siguiente ecuación:

$$Distancia_{1,2} = \left(\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \right) * Escala$$

En la fórmula anterior, el resultado de $(x_1 - x_2)^2$ arroja el mismo valor que $(x_2 - x_1)^2$, ya que al elevarse la diferencia entre las coordenadas al cuadrado el símbolo resultante es siempre positivo, por lo que el resultado de esta parte de la ecuación es independiente de la posición relativa entre puntos.

Una vez obtenidos los valores de las distancias, se transformaron a porcentajes que estuvieron en función de la longitud estándar (Ls) y fue sobre estos valores que se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis mediante el programa estadístico *SPSS. 20* (IBM, 2011).

Resultados

CAÍTULO I: Taxonomía

En este capítulo se presentan descripciones de la familia, géneros y especies de los peces guitarra y se propone una clave dicotómica para los géneros y especies de la familia *Rhinobatidae* en México, obtenida a partir de los análisis llevados a cabo en el presente trabajo. Ésta difiere de otras claves para esta familia en que usa caracteres cuantitativos expresados en porcentajes que están en función de la longitud estándar (Ls). Para la elaboración de esta clave se utilizó el modelo de claves analíticas usado por Rosen (1979).

RHINOBATIDAE

Esta familia presenta una forma intermedia entre las rayas y los tiburones, en la que destaca la forma aplanada del hocico, con dos cartílagos rostrales bastante fuertes y bien definidos, que les dan la apariencia de guitarra. Su cuerpo está comprimido dorso-ventralmente, por lo que los ojos y espiráculos se encuentran en la superficie dorsal, mientras que las narinas y boca en la ventral (McEachran, 1995).

El dorso está cubierto por dentículos dérmicos y presentan espinas en las orbitas de los ojos, en la cintura escapular y en la parte media del cuerpo, a manera de una línea que recorre toda su longitud, empezando en la nuca y terminado en la aleta caudal o en la segunda aleta dorsal, ésta sólo se ve interrumpida por la inserción de las aletas dorsales.

Debajo de los ojos se encuentran un abultamiento similar a un párpado, y por encima de éstos una membrana que protege la pupila. Presentan una dentición en forma de mosaico con varias hileras de dientes funcionales (Garman, 1880b). Una de las principales características de los rinobátidos y de otros batoideos basales, las narinas son oblicuas, divididas por tres lóbulos, carácter que sumado a otros han sido utilizados en el desarrollo de hipótesis evolutivas del grupo (McEachran, 1995).

Presentan la cola gruesa y musculosa, cuyas oscilaciones en el nado se ven alternadas con ondulaciones de su angosto disco (Rosenberger, 2001). Las aletas dorsales y caudal se encuentran bien desarrolladas, esta última no está bilobulada (Castro-Aguirre, 1965), los lados del pedúnculo caudal presentan un pliegue dérmico a manera de quilla que se origina en la axila pélvica y termina poco antes del inicio de la caudal.

Clave dicotómica para los géneros de la Familia Rhinobatidae en México

1a. Espiráculos con dos pliegues, el exterior es más grande; ángulo de 65° en la punta del hocico; cartílagos rostrales largos corresponden al 15% de la Ls, el espacio entre los cartílagos rostrales se reduce en dirección a la punta del hocico y equivale al 1% de la Ls. Disco pectoral con forma triangular largo del disco pectoral corresponde al 50% de la Ls y su ancho al 41% de la Ls, ancho de la cola a la altura de las axilas pélvicas equivale al 13% de la Ls, distancia entre aletas dorsales es el 18 % de la Ls.....*Rhinobatos*

1b. Espiráculos sin pliegues; ángulo en la punta del hocico 113°; cartílagos rostrales cortos corresponde al 9% de la Ls, separados en toda su longitud, el espacio entre los cartílagos rostrales equivale al 2% de la Ls. Disco pectoral de forma romboide; ancho del disco pectoral 59% de la Ls, largo del disco pectoral equivale al 58% de la Ls; ancho de la cola a la altura de las axilas pélvicas 10% de la Ls; distancia entre dorsales el 15% de la Ls*Zapteryx*

Género *Zapteryx* Jordan y Gilbert, 1880

Zapteryx Jordan y Gilbert, 1880: 53 (Tipo por designación original *Platyrrhina exasperata* Jordan y Gilbert, 1880).
Zapteryx, McEachran y Dunn, 1998: 278.

Caracteres distintivos: Presentan un hocico corto y ancho, cuya longitud equivale al 9% de la Ls y su amplitud a la altura de los ojos es mayor al 34% de la Ls. Los cartílagos rostrales son robustos, la separación en ellos se mantiene igual en toda su longitud y equivale al 2-3% de la Ls. Los espiráculos carecen de pliegues dérmicos en su margen superior y su longitud representa el 3% de la Ls. Disco pectoral tiene forma romboide, en la que su anchura equivale al 59% de la Ls y es igual o mayor que su longitud al 58% de la Ls. El dorso presenta espinas bien desarrolladas: en el margen inferior de los ojos, en el interno de los espiráculos, en la cintura escapular y en la línea media del dorso (Castro-Aguirre, 1965). En comparación con este género *Rhinobatos* presenta una mayor separación entre las aletas dorsales y la punta del hocico esta distancia representa al 73% de la Ls; la distancia entre las aletas dorsales es menor y equivale al 15% de la Ls, la cola en su origen es delgada, en este punto su ancho es 10% de la Ls. El vientre es menos áspero que el dorso; el pliegue anterior de las narinas es más grueso que en *Rhinobatos*; la boca está arqueada hacia arriba (Garman, 1880a), los labios son del mismo tamaño y los pliegues bucales se encuentran bien desarrollados; los dientes están dispuestos en forma de mosaico con varias hileras funcionales.

Coloración: Dependiendo de la especie puede presentar diversos patrones de coloración (franjas o puntos), el color base del dorso es el café, las aletas dorsales y caudal son del mismo color. La coloración del vientre es más clara que la dorsal y presentan manchas en la parte baja de las aletas pectorales, estas manchas pueden alcanzar la región donde se encuentran las branquias pero no llegan más arriba.

Se conocen sólo dos especies de este género para las aguas mexicanas, ambas se distribuyen en

el Pacífico.

Clave de identificación para las especies de *Zapteryx* en México

1a. Disco pectoral ancho equivale al 59% de la Ls y su largo al 58% de la Ls; distancia entre espiráculos es el 10% de la Ls; cartílagos rostrales cortos al 9% de la Ls; ángulo en la punta del hocico 116°; en el dorso se presentan franjas de color negro sobre los cartílagos rostrales y a la altura de ojos; vientre presenta dos manchas negras en la parte inferior de las aletas pectorales.....*Z. exasperata* (pag. 27)

1b. Disco pectoral angosto y corto, su ancho equivale al 52% de la Ls y su largo al 53% de la Ls; distancia entre espiráculos es el 8% de Ls; cartílagos rostrales largos al 11% de la Ls; ángulo en la punta del hocico 85°; en el dorso presentan manchas amarillas con el contorno negro tres en el centro de la cintura escapular, dos sobre los hombros, en la parte posterior del disco se encuentran dos puntos sobre las aletas pectorales cerca de las axilas y dos antes de las pélvicas; en el vientre presenta dos manchas negras en la parte inferior de las aletas pectorales*Z. xyster* (pag.29)

Zapteryx exasperata (Jordan y Gilbert, 1880)



Figura 4. *Zapteryx exasperata* (CNPEIBUNAM-17825), colectado en Golfo de California, Baja California Sur, en la Bahía Santa Inés.

Platyrrhina exasperata Jordan y Gilbert, 1880: 32.
Zapteryx exasperata, Eschmeyer y Herald, 1983: 46.

Caracteres distintivos: Presenta un hocico ancho, su amplitud a la altura de los ojos es de 44% de la Ls; el ángulo en la punta de éste es de 115°. Los cartílagos rostrales son cortos, su longitud

equivale al 9% de la Ls, la separación entre ellos se reduce muy poco a lo largo de su longitud, esta distancia en la parte media de su longitud equivale al 3% de la Ls. El disco pélvico se encuentra cerca de la primera aleta dorsal y equivale al 13-14% la Ls. Los dentículos dérmicos y las espinas dorsales se encuentran bien desarrolladas (Castro-Aguirre, 1965).

Coloración: Normalmente presentan un color grisáceo o café olivo, con varias bandas negras transversas que cruzan el hocico, los ojos y la cola. El tejido alrededor de los cartílagos rostrales es más claro. La coloración del vientre es más clara que la dorsal, el único patrón de coloración particular en el vientre son dos manchas en la parte final de las aletas pectorales.

Localidades mexicanas reportadas en bibliografía: En la costa occidental de Baja California; bahías de Sebastián Vizcaino y Tortugas, y el Golfo de Ulloa. En la costa occidental Baja California Sur, frente al complejo lagunar de Bahía Magdalena y Almejas. Dentro de Golfo de California para Baja California bahías de San Felipe, San Luis Gonzaga y San Francisquito (Breder, 1928:5) y frente a Puerto Refugio (Castro-Aguirre *et al.*, 1970: 118). Para Baja California Sur en la Isla Espíritu Santo (Brock, 1938:130). También se ha colectado para las costas de Sinaloa, Nayarit, Oaxaca y Chiapas (Castro-Aguirre y Espinosa, 1996).

Material analizado: Sonora: Bahía exterior de Guaymas; CNPEIBUNAM-17822 (1). **Golfo de California;** CNPEIBUNAM-17823 (1), CNPEIBUNAM-17824 (1). Isla Tiburón; CNPEIBUNAM-17826 (1). **Baja California Sur:** Bahía se Santa Inés; CNPEIBUNAM-17825 (1). Bahía Concepción; CICIMAR-4574 (1). Bahía Magdalena; CICIMAR-1006 (3). El Alambre, Laguna Ojo de Liebre; CICIMAR 4316 (1). Entre estero El Coyote y Laguna San Ignacio; CICIMAR-1357 (1). Entre Boca del Carrizal y Todos Santos; CICIMAR-1336 (1). Isla Garza, Laguna San Ignacio; CICIMAR-4032 (1). Punta bn Pequeña; CICIMAR-2822 (1).

Zapteryx xyster Jordan y Evermann, 1896



Figura 5. *Zapteryx xyster* (CNPEIBUNAM-16661), colectado en Oaxaca, San Francisco del Mar.

Zapteryx xyster Jordan y Evermann, 1896:65.

Caracteres distintivos: El espécimen colectado en Oaxaca en el Mar de Tileme, presenta el hocico agudo, su amplitud a la altura de los ojos corresponde al 34% de la Ls y el ángulo en la punta del hocico promedio 85°. Los cartílagos rostrales son largos, su longitud equivale al 11% de la Ls, la separación entre estos se reduce en dirección anterior, representado en la parte media de su longitud corresponde al 2-2.5% de la Ls. En comparación con *Z. exasperata*, los dentículos dérmicos no se encuentran tan desarrollados. Las espinas dorsales y escapulares se encuentran bien desarrolladas. Presenta una mayor distancia entre la primera aleta dorsal y los discos pectorales y pélvicos esta equivale al 29 % de la Ls y al 17% de la Ls respectivamente.

Coloración: El dorso es de color gris y presenta varios puntos amarillos tres en el centro de la cintura escapular, dos sobre los hombros, en la parte posterior del disco se encuentran dos puntos sobre las aletas pectorales cerca de la axilas y dos antes de la pélvicas, la coloración alrededor de los cartílagos rostrales es más clara. La coloración del vientre es más clara, en la parte inferior de las aletas pectorales tiene una mancha negra.

Localidades mexicanas: Bahía Banderas, Nayarit (Moncayo *et al.*, 2006).

Material analizado: San Mateo del Mar, Oaxaca; CNPEIBUNAM-16661 (1).

Género *Rhinobatos* Linck, 1790

Rhinobatos Linck, 1790: 32 (Tipo no designado, aunque podría ser según Bigelow y Schroeder 1953: 50, *Raja rhinobatos* Linnaeus 1758, y generalmente se acepta como tal).

Rhinobatus, Bloch y Schneider, 1801: 353 (Tipo *Raja rhinobatos* Linnaeus, 1758).

Caracteres distintivos: Este género presenta hocico agudo, su amplitud a la altura de los ojos equivale al 28% de la Ls. Los cartílagos rostrales esbeltos y largos, su longitud equivale al 15% de la Ls; la distancia entre estos equivale al 1-2% de la Ls, ésta se va reduciendo hasta convergir en la punta. Los espiráculos tienen dos pliegues dérmicos, el externo es el más largo. En comparación con *Zapteryx* las espinas dorsales se encuentran menos desarrolladas, se localizan en los márgenes interno e inferior de los ojos y espiráculos, sobre la cintura escapular y en la línea media longitudinal, estas se van reduciendo conforme el organismo crece (Castro-Aguirre, 1965). El disco pectoral tiene forma triangular, su longitud equivale al 50% de la Ls y su ancho corresponde al 40-41% de la Ls. A diferencia de *Zapteryx* presenta una menor distancia entre el morro y la primera aleta dorsal, esta separación equivale al 68-69% de la Ls. La separación entre el disco pélvico y la primera dorsal corresponde al 15% de la Ls. Mientras que el espacio entre las dorsales es mayor, aproximadamente 18% de la Ls. La cola es más gruesa en la base su ancho equivale al 13% de la Ls. La boca está arqueada hacia arriba en la parte media, la mandíbula superior sobresale más que la inferior, los pliegues bucales se encuentran bien desarrollados.

Coloración: Dependiendo de la especie se pueden presentar o no patrones de coloración (manchas). La piel alrededor de los cartílagos rostrales es más clara que en el resto del disco. El vientre es de un color más claro que el dorso, solo la parte anterior del hocico presenta manchas, estas nunca llegan más allá de las branquias. En México se conocen siete especies dentro del género *Rhinobatos*, las cuales pueden ser determinadas mediante la siguiente clave.

Clave dicotómica para las especies del género *Rhinobatos* en México

- 1a. Distribución en la costa del Golfo de México.....2
- 1b. Distribución en la costa del Pacífico.....3
- 2a. Estructuras corneas en la punta del hocico..... *R. lentiginosus* (pag. 35)
- 2b. Sin estructuras corneas en la punta del hocico.....*R. percellens* (pag. 34)

- 3a.**Coloración del dorso uniforme, el tejido alrededor de los cartílagos rostrales es más claro, cartílagos rostrales cortos menos de 16% de la Ls.....4
- 3b.**Manchas en el dorso, tejido alrededor de los cartílagos rostrales más claro.....7
- 4a.** Cartílagos rostrales rectos en toda su longitud; el espacio en la parte media de éstos equivale a más de 1.5% de la Ls.....5
- 4b.** Cartílagos rostrales curvados en la parte media de su longitud; el espacio en la parte media de éstos equivale a menos de 1.5% de la Ls; ancho de la cola a la altura de las axilas pélvicas es el 12% de la Ls.....6
- 5.**Espacio entre cartílagos rostrales disminuye en dirección a la punta del hocico, en la parte media de su longitud este espacio es más de 1% de la Ls; cola angosta a la altura de las axilas pélvicas al 11% de la Ls..... ***R. leucorhynchus*** (pag 37)
- 6a.**Espacio en la parte media de los cartílagos rostrales 0.8% de la Ls; ángulo en la parte anterior del hocico 65°; largo del disco corresponde al 50% de la Ls; longitud de los cartílagos rostrales equivale al 15% de la Ls; boca arqueada hacia arriba en la parte central; en machos y hembras juveniles, presentan espinas en el dorso de los cartílagos rostrales; se presenta un pliegue dérmico digitiforme en la punta del hocico.....***R. productus*** (pag.39)
- 6b.** Espacio en la parte media de los cartílagos rostrales corresponde al 1% de la Ls, ángulo en la parte anterior de los del hocico 68°, longitud de los cartílagos rostrales equivale al 14% de la Ls; longitud del disco menos de 48 % de la Ls, boca recta, base de los cartílagos rostrales ancho, carece de ornamentaciones en la punta del hocico.....***Rhinobatos sp.*** (pag. 41)
- 7a.** Manchas grandes en el dorso casi del tamaño del ojo, acomodadas simétricamente; cartílagos rostrales largos corresponde al 16% de la Ls; ángulo en la punta del hocico 65°, surco entre los cartílagos rostrales a la mitad de su longitud equivale al 1% de la Ls; largo del disco equivale al 50% de la Ls; boca casi recta***R. glaucostigma*** (pag. 33)
- 7b.** Manchas en el dorso pequeñas y arregladas aleatoriamente.....***R. prahli*** (pag. 38)

Clave para la separación de las poblaciones de *R. productus*

- 1a.**Parte anterior del disco amplia, el ancho del disco a la altura de los ojos equivale al 30% de la Ls; el ángulo anterior del hocico superior a 70°; longitud de cartílagos rostrales menos de 14% de la Ls..... ***R. productus*** (**externa del Golfo de California**) (pag.39)
- 1b.** Parte anterior del disco angosta, el ancho del disco a la altura de los ojos equivale menos de 28% de la Ls.....2

2a. Ángulo anterior del hocico 60°; longitud de los cartílagos más de 15% de la Ls; ancho de la cola a la altura de las axilas pélvicas menos de 12% de la Ls.....

..... ***R. productus* (norte del Golfo de California)** (pag.39)

2b. Ángulo anterior del hocico 63°; longitud de los cartílagos menos de 15% de la Ls; ancho de la cola a la altura de las axilas pélvicas más de 12% de la Ls.....

..... ***R. productus* (sur del Golfo de California)** (pag.39)

Clave para separar a las poblaciones de *R. lentiginosus*.

1a. Dorso cubierto de manchas..... 2

1b. Coloración del dorso es uniforme sin manchas; cinco espinas en la punta del hocico; ángulo en la punta del hocico 68°, cartílagos rostrales largos el 16% de la Ls, el espacio entre éstos se reduce en dirección a la punta del morro, en la parte media de su longitud equivale al 0.9% de la Ls; ancho del disco es el 39% de la Ls, largo del disco el 50% de la Ls; ancho de la cola el 12% de la Ls..... ***R. lentiginosus* (centro del Golfo de México)** (pag. 35)

2a. Dorso cubierto de manchas claras grandes, éstas no se presentan en los bordes de las aletas pectorales, sobre las aletas pélvicas y el espacio entre los cartílagos rostrales; cinco agujones o espinas en la punta del hocico; ángulo en la punta del hocico 68°, cartílagos rostrales largos equivalen al 16% de la Ls; el espacio entre éstos se reduce en dirección a la punta del morro, en la parte media de su longitud equivale al 0.9% de la Ls; ancho del disco es el 39% de la Ls, largo del disco el 50% de la Ls; ancho de la cola 12% de la Ls
..... ***R. lentiginosus* (sur del Golfo de México)** (pag. 35)

2b. Dorso con manchas claras pequeñas, estas manchas se presentan en los bordes de las aletas pectorales, sobre las aletas pélvicas y en el espacio entre los cartílagos rostrales; presenta estructuras corneas en la punta hocico..... ***R. lentiginosus* (norte del Golfo de México)** (pag. 35)

***Rhinobatos glaucostigma* Jordan y Gilbert, 1883**



Figura 6. *Rhinobatos glaucostigma* (CNPEIBUNAM-942), colectado en la bahía de Chamela, Jalisco.

Rhinobatus glaucostigma Jordan y Gilbert, 1883: 210.

Rhinobatos glaucostigma, McEachran, 1995: 780.

Caracteres distintivos: Presenta el hocico angosto sin ningún tipo de ornamentación, su amplitud a la altura de los ojos equivale al 28% de la Ls. Los cartílagos rostrales no presentan espinas en el dorso y se encuentran bien separados, en la parte media de su longitud la distancia entre estos cartílagos equivale al 1-2% de la Ls, esta distancia se va reduciendo progresivamente hacia la punta del hocico. La cola es angosta en su base, su ancho equivale al 11-12% de la Ls. La boca en la parte media se encuentra arqueada hacia arriba, los pliegues bucales están bien definidos.

Coloración: El dorso es de color pardo con varios puntos oscuros casi del mismo tamaño del ojo acomodados de manera simétrica, el tejido alrededor de los cartílagos rostrales es más claro, excepto en la punta del hocico, algunos ejemplares presentan en esta parte dos manchas blancas, tanto éstas como las del dorso pueden desvanecerse en organismos preservados por varios años. El vientre es de color más claro que el dorso y se presenta una mancha difusa en la punta del hocico.

Localidades mexicanas reportadas en la bibliografía: Bahía de Topolobampo (Castro-Aguirre, 1978: 16), estuario de Mazatlán, la desembocadura del río Presidio, las lagunas de Huizache y Caimanero, Sinaloa, y Mar Muerto, Chiapas (Castro-Aguirre *et al.*, 1970: 117). Bahía de los Ángeles, Baja California, y Bahía Concepción, Baja California Sur, y estero Tastiota, Sonora (Evermann y Jenkis, 1891: 132). Guaymas, Sonora (Jordan *et al.*, 1895: 332). Mazatlán,

Sinaloa, y Acapulco, Guerrero (Streets, 1877: 55). Bahía de Bartolomé, Golfo de California, y Bahía de Chamela, Jalisco (Castro-Aguirre y Espinosa 1996).

Material analizado: Golfo de California, Sonora: Bahía de Yavaros; CNPEIBUNAM-17798 (5), CNPEIBUNAM-1601 (1). Bahía de Guaymas; CNPEIBUNAM-17799 (4), CNPEIBUNAM-17800 (2), CNPEIBUNAM-1352 (1), CNPEIBUNAM-1419 (1), CNPEIBUNAM-17802 (1), CNPEIBUNAM-17807 (3), CNPEIBUNAM-17808 (2), CNPEIBUNAM-17810 (9), CNPEIBUNAM-17811 (3), CNPEIBUNAM-17812 (1), CNPEIBUNAM-17813 (1). Bahía de las Guasimas/Guaymas; CNPEIBUNAM-14695 (1). Bahía Kino; CNPEIBUNAM-14657 (1). Bahía de Bacochibampo; CNPEIBUNAM-17801 (1), CNPEIBUNAM-17806 (1). Playa Cochorit, Cabo Haro, Guaymas, CNPEIBUNAM-17803 (1), CNPEIBUNAM-16205 (2). Paraje Nuevo, Guaymas; CNPEIBUNAM-1491 (1). Las Bocas; CNPEIBUNAM-16204 (2). Boca de San José: CNPEIBUNAM-15537 (4). San Carlos; CNPEIBUNAM-14823 (1). **Sinaloa:** Topolobampo; CNPEIBUNAM-1199 (1). Tecapan; CNPEIBUNAM-17804 (1). **Baja California Sur:** San Ignacio; CNPEIBUNAM-14659 (1). Punta Amores, Bahía Concepción; CICIMAR-3289 (1). Puerto Adolfo López Mateos; CICIMAR-3983 (1). **Nayarit:** Bahía Banderas; CNPEIBUNAM-17809 (4). **Jalisco:** Bahía de Chamela: Puerto Viejo; CNPEIBUNAM-942 (1). Las Rosas; CNPEIBUNAM-1121 (2), CNPEIBUNAM-17805 (2).

Rhinobatos percellens (Walbaum, 1792)

Raja percellens Walbaum J. J. 1792: 525. No se conocen los tipos.

Rhinobatos percellens, Uyeno, Matsuura y Fujii, 1983: 69.

Caracteres distintivos: Los cartílagos rostrales son angostos en su parte media y se ensanchan en su parte final, el espacio entre éstos se reduce en dirección a la punta del hocico. El disco pectoral tiene forma triangular. Las espinas dorsales se encuentran poco desarrolladas, esto puede variar pues en individuos jóvenes son más prominentes (Garman, 1880a).

Coloración: Color grisáceo oscuro, con manchas en la cola y la piel alrededor de los cartílagos rostrales. La coloración del vientre es más clara que la dorsal y presenta una mancha angular en la punta del hocico.

Localidades mexicanas reportadas en la bibliografía: Bahía de Sian Ka'an, Quintana Roo (Schmitter *et al.*, 2000).

Rhinobatos lentiginosus Garman, 1880

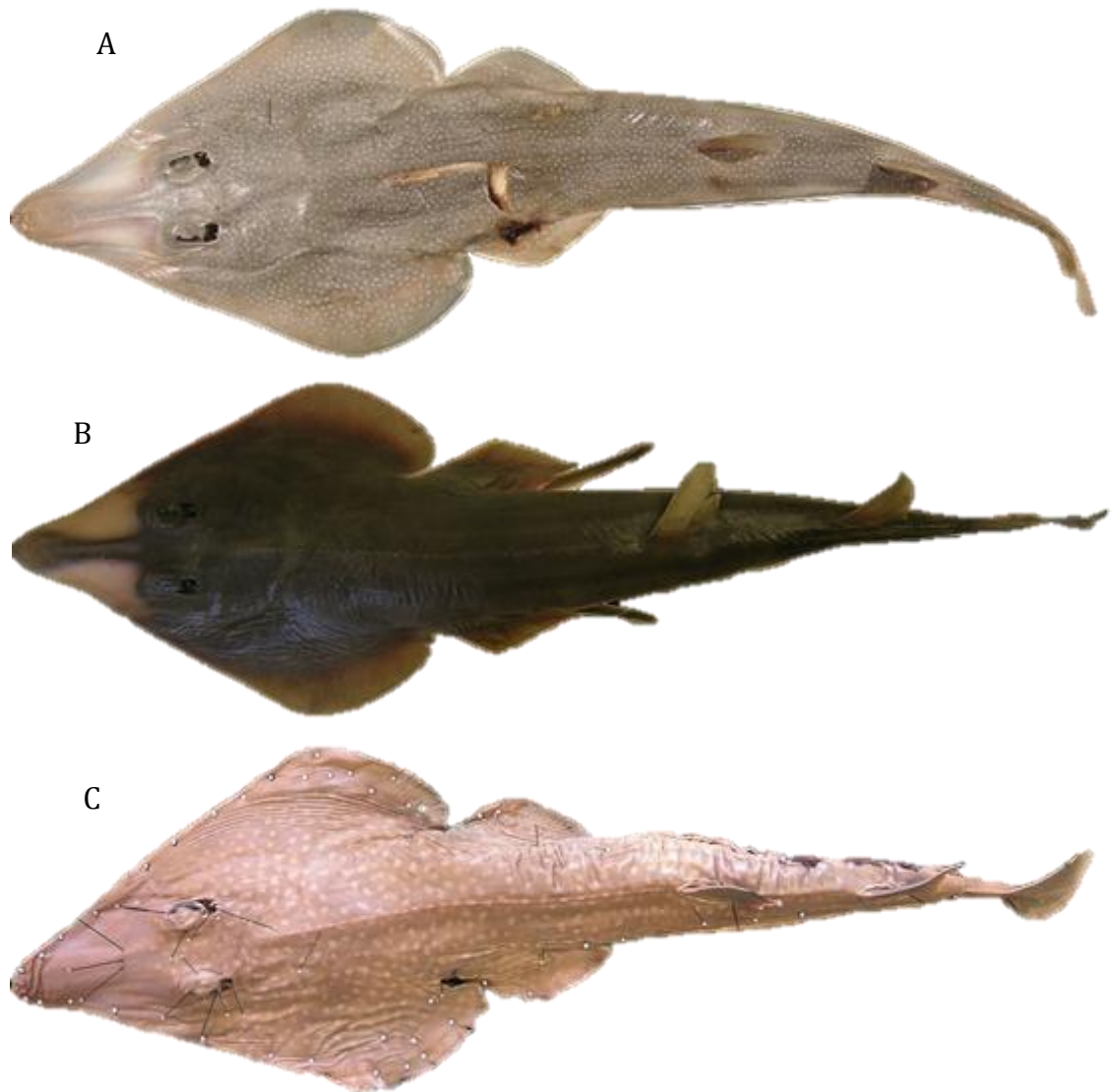


Figura 7. A. *Rhinobatos lentiginosus* colectado en el norte del Golfo de México, este organismo no está depositado en ninguna colección fue colectado en Crucero realizado por la Universidad de Cornell y se mostró en un curso de verano. B. *Rhinobatos lentiginosus* (CNPEIBUNAM-17827), colectado en Veracruz, agrupado dentro de la población centro. C. *Rhinobatos lentiginosus* (CNPEIBUNAM-213), colectado en Campeche agrupado dentro de la población sur.

Rhinobatus lentiginosus Garman 1880a: 168.

Rhinobatus lentiginosus, Robins y Ray, 1986: 35.

Caracteres distintivos: Presenta estructuras corneas en la punta del hocico, este carácter que no se ve afectado por el sexo o edad de los organismos, el hocico es ancho a la altura de los ojos corresponde al 27% de la L_s y el ángulo en la punta del hocico es de 68° . Los cartílagos rostrales

son largos, su longitud representa el 16% de la Ls; carecen de espinas en el dorso; el espacio entre los cartílagos se reduce progresivamente desde su origen hasta converger en la punta, ésta distancia en la parte media de su longitud equivale al 1% de la Ls. En comparación con otras especies del género, *R. lentiginosus* presenta una mayor distancia entre el morro y la primera aleta dorsal que equivale al 70% de la Ls; la separación entre el disco pélvico y la inserción de la primera aleta dorsal es menor y representa el 15% de la Ls; la cola es ancha en el origen su amplitud equivale al 12% de la Ls. La boca está ligeramente arqueada hacia arriba en la parte central.

Coloración: Normalmente presentan un color grisáceo, con varios puntos blancos en el dorso dispersos de manera aleatoria. Aunque en Veracruz se encuentran ejemplares sin manchas. En organismos reportados en el norte, estas manchas son más pequeñas y se presentan en una mayor densidad, el tejido alrededor de los cartílagos rostrales es más claro. La coloración del vientre es más clara que la del dorso, presenta una mancha en la punta del hocico, fuera de ésta no se presenta ninguna coloración particular en el vientre, esta mancha puede perderse en organismos grandes.

Localidades mexicanas reportadas en la bibliografía: Jicakal, Veracruz, Campeche y Puerto Progreso, Yucatán.

Material analizado: Campeche: CNPEIBUNAM-752(1). **Veracruz:** Jikatal; CNPEIBUNAM-859(1). Laguna de Tamiahua, Boca de Corazón; CNPEIBUNAM-17828 (15). Puerto de Veracruz; CNPEIBUNAM-17827 (2). **Yucatán:** Puerto Progreso; CNPEIBUNAM-330 (1).

Rhinobatos leucorhynchus Günther, 1867



Figura 8. *Rhinobatos leucorhynchus* (CNPEIBUNAM-1039), colectado en Oaxaca, en el Mar de Tileme, San Mateo del Mar.

Rhinobates leucorhynchus Günther, 1867: 604.

Rhinobatos leucorhynchus, Bussing y López, 1994: 30.

Caracteres distintivos: Presenta un hocico fuerte, sin ornamentaciones y agudo, su amplitud a la altura de los ojos equivale al 27% de la Ls y el ángulo en la punta del hocico es de 66 a 67°. Los cartílagos rostrales son rectos y largos, su longitud representa el 15.5-16% de la Ls, éstos se mantienen separados toda su longitud hasta converger en la punta del hocico, el espacio entre éstos en la parte media es el más grande dentro del género y equivale al 1.7-2% de la Ls. Presenta un disco pectoral moderadamente ancho su amplitud máxima equivale al 40% de la Ls y su largo es de 49% de la Ls. La primera aleta dorsal se encuentra alejada del disco pectoral, esta distancia representa el 27% de la Ls; la separación entre la primera dorsal y el disco pélvico es de 17% de la Ls. Presentan una cola angosta en su origen, su amplitud en este punto equivale al 11-12% de la Ls. Las narinas se encuentran divididas por tres pliegues dérmicos, la boca se encuentra arqueada hacia arriba en la parte central.

Coloración: El dorso es de color pardo a verde olivo, sin ningún patrón de coloración y la punta del hocico es muy clara. El vientre es claro, en la punta del hocico no se presentan manchas.

Localidades mexicanas reportadas en la bibliografía: Puerto Peñasco, Bahía Aldair, Isla San Jorge, Bahía Agua Dulce y bahía Tepoca Sonora, Isla Encantada, Baja California; Bahía Concepción y Bahía de La Paz, Baja California Sur (Castro-Aguirre *et al.*, 1970: 117; Ramírez y

Arvizu-Martínez, 1965: 300). Mazatlán, Sinaloa; Bahía Tenacatita, Jalisco y San Benito, Chiapas, (Beebe y Tee-Van, 1941: 252; Breder, 1928: 4; Seale, 1940: 2). Bahías de Acapulco y Petacalco, Guerrero; Mar de Tileme, Santa María del Mar, Oaxaca (Castro-Aguirre y Espinosa, 1996).

Material analizado: Oaxaca: Mar de Tileme, Santa María del Mar; CNPEIBUNAM-1039 (4). San Francisco de Mar; CNPEIBUNAM-16671 (1).

Rhinobatos prahli Acero y Franke, 1995



Rhinobatos prahli Acero y Franke, 1995: 11.

Caracteres distintivos: Presenta el hocico en forma de espátula; los cartílagos rostrales se hacen más anchos conforme llegan a la punta. Las espinas dorsales se encuentran medianamente desarrolladas (Acero y Franke, 1995). El dorso está cubierto por puntos blancos distribuidos de manera aleatoria rodeados por un contorno café; la aleta dorsal, caudal y los bordes de pectorales y pélvicas son de color marrón claro y el vientre es de un blanco amarillento (Acero y Franke, 1995).

Localidades mexicanas reportadas en la bibliografía: Bahía de Chipehua, Oaxaca en el Golfo de Tehuantepec (Carrera *et al.*, 2012.).

Rhinobatos productus Ayres, 1854

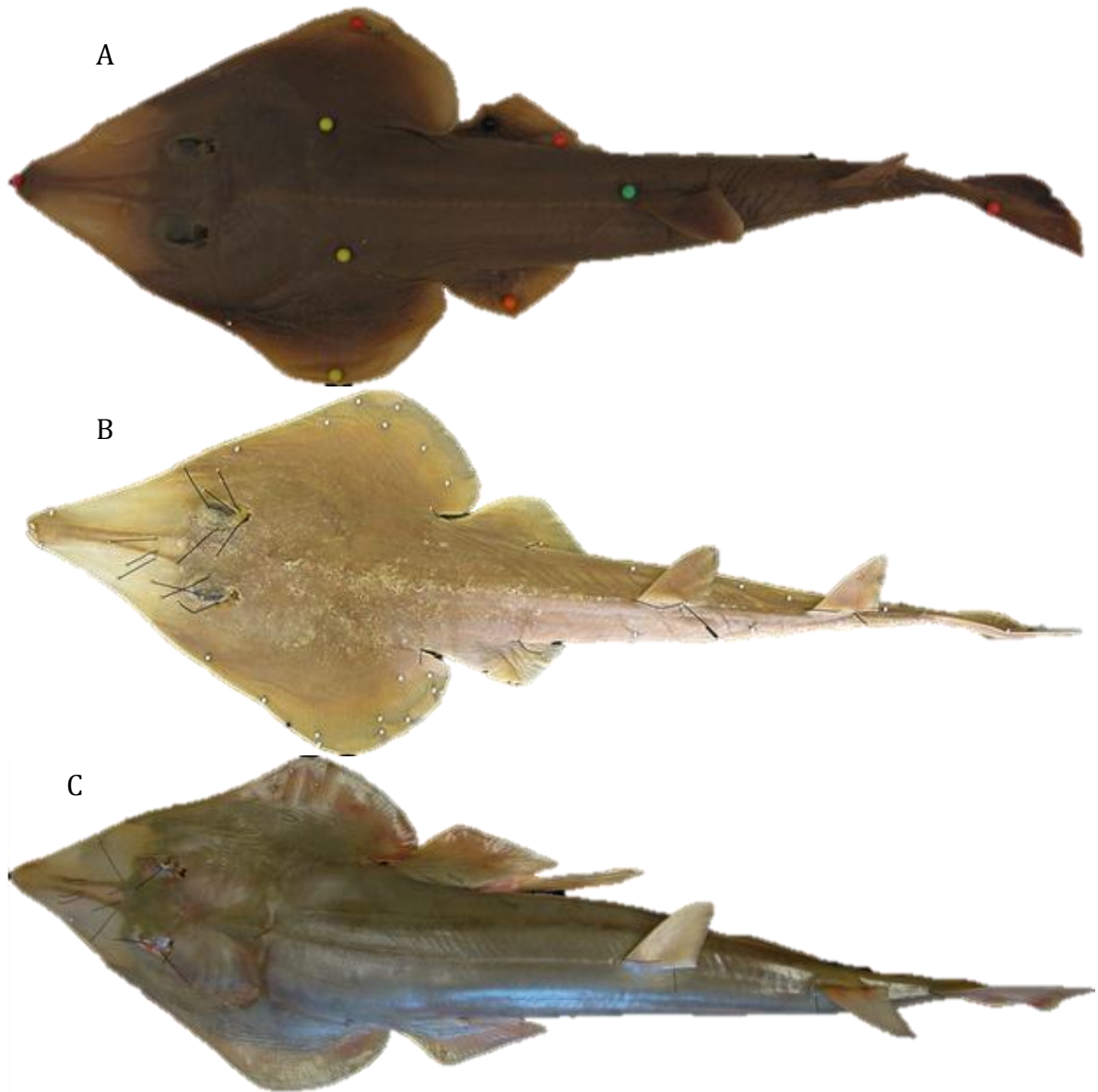


Figura 9. A. *Rhinobatos productus* (CICIMAR-1787), colectado en Baja California Sur, Bahía Magdalena, agrupado dentro de la población externa. B. *Rhinobatos productus* (CNPEIBUNAM-17818), colectado en el Golfo de California, Caborea, playa Santo Tomás, agrupado dentro de la población norte. C. *Rhinobatos productus* (CNPEIBUNAM-17829), colectado, en Bahía Banderas, agrupado dentro de la población sur.

Rhinobatis producto Ayres, 1854: 142.

Rhinobatos productus, Eschmeyer y Herald, 1983: 46.

Caracteres distintivos: Presenta el hocico amplio, su amplitud a la altura de los ojos equivale al 28% de la Ls y agudo, el ángulo en la punta del hocico es de 65°. Los cartílagos rostrales son

fuertes y delgados, su longitud equivale al 15% de la Ls; el espacio entre estos cartílagos en su parte media corresponde al 0.8% de la Ls, aunque se mantienen separados toda su longitud hasta converger en la punta. En organismos juveniles de ambos sexos poseen espinas el dorso de los cartílagos rostrales y una papila digitiforme en la punta del hocico. Los espiráculos presentan dos pliegues, el exterior es el de mayor tamaño, sin embargo, el grado de desarrollo de estas estructuras puede variar pero su proporción no. El disco pectoral es largo, su longitud equivale al 50% de la Ls. La primera dorsal se inserta cerca del disco pélvico esta distancia representa el 14% de la Ls; la distancia entre las aletas dorsales es de 19% de la Ls y la cola es robusta en su basa su ancho equivale al 12% de la Ls. La boca se encuentra arqueada en la parte media.

Coloración: La coloración del dorso es café-olivo, sin manchas ni ningún patrón de coloración en el dorso, al menos para México. La piel a los lados de los cartílagos rostrales es más clara, la coloración del dorso se retoma en la punta del hocico. El vientre es más claro que el dorso, sólo presenta una mancha negra en la punta del hocico.

Localidades mexicanas reportadas en la bibliografía: Estero Punta Banda y Bahía de todos los Santos, Baja California (Beltrán Félix *et al.*, 1986:92; Hamman y Rosales Casián, 1989: 180). Isla Cedros, bahía Sebastián Vizcaíno, San Juanico, Tortugas, Santa María, Bahía Magdalena-Almejas en la costa occidental de la península de Baja California (Osburn y Nichols, 1916; Beebe y Tee-Van, 1941:251; Fowler, 1944: 479). Golfo de California (Castro-Aguirre, 1965; Thomson *et al.*, 1987 y Van der Heiden y Findley, 1988). En el presente trabajo, bahías de Kino, Cochorit, Yavaros, Guaymas y playa Algodones, Sonora.

Material analizado: Golfo de California: CNPEIBUNAM-17814 (1), CNPEIBUNAM-17815 (1), CNPEIBUNAM-17818 (2). **Sonora:** Bahía de Guaymas; CNPEIBUNAM-17820 (1), CNPEIBUNAM-17821 (1), CNPEIBUNAM-17805 (1). Paraje Nuevo Guaymas; CNPEIBUNAM-1492(5). Bahía Kino CNPEIBUNAM-14656 (1). Caborca, Santo Tomas; CNPEIBUNAM-17817 (5). Puerto Peñasco; CNPEIBUNAM-17816 (3). Hermosillo; CNPEIBUNAM-15424 (3). **Isla Ángel de la Guarda:** Puerto Refugio; CNPEIBUNAM-3335 (2). **Baja California;** CNPEIBUNAM-17819 (1). **Baja California Sur:** Bahía Concepción; CICIMAR-2724 (1), CICIMAR- 3540 (1). Bahía Magdalena; CICIMAR-1787 (3), CICIMAR-2149 (1). El Ramoso, frente a Puerto Adolfo López Mateos: CICIMAR-3966 (3). **Nayarit:**

Bahía Banderas; CNPEIBUNAM-17829 (4). Entre estero El Coyote y Laguna San Ignacio; CICIMAR-1337 (1).

Rhinobatos spinosus Günther, 1870



Figura 10. *Rhinobatos* sp. (CICIMAR-1804), colectado en Baja California Sur, en la Bahía de la Paz.

Rhinobatus spinosus Günther, 1870: 518.

Rhinobatos spinosus, Castro-Aguirre *et al.*, 1999: 58.

Caracteres distintivos: Presenta el hocico sin ornamentaciones y ancho, su amplitud a la altura de los ojos equivale a 28 o 29% de la Ls; el ángulo en la punta del hocico es de 67 a 68°. Los cartílagos rostrales son cortos, su longitud equivale a 14% de la Ls y la distancia entre los cartílagos rostrales se reduce progresivamente hacia la punta del morro, en la parte media de su longitud el espacio entre las crestas rostrales representa el 1 % de la Ls. Los espiráculos presentan dos pliegues, el que se encuentra al interior está poco desarrollado incluso se puede llegar a perder de vista. La cola es ancha en su origen, en este punto su amplitud equivale a 12 o 13 % de la Ls; la distancia entre las dorsales equivale al 18% de la Ls. La boca está casi derecha.

Coloración: El color del dorso es pardo, sin ningún patrón de coloración, al menos en ejemplares conservados, las aletas dorsales y caudal son del mismo color, el tejido a los lados de los cartílagos rostrales es más claro. En la parte ventral la coloración clara que en la dorsal, por lo general no presenta mancha en la punta del hocico.

Localidades mexicanas reportadas en la bibliografía: Sólo se conocen cinco ejemplares de esta especie, de los cuales cuatro están en México y el quinto ejemplar, el holotipo, está depositado en el Museo Británico de Historia Natural. Se distribuye en el Pacífico mexicano en

la isla Cardones, Mazatlán, Sinaloa. Las Agüitas en isla San José, Baja California Sur (Castro-Aguirre y Espinosa, 1996). Localidad tipo desconocida, el holotipo fue comprado en un mercado.

Material analizado: Baja California Sur: Bahía de la Paz, Isla San José; CNPEIBUNAM-17830-CICIMAR- 1804 (1). Las Agüitas, Isla San José; CICIMAR-3542 (1). Bahía de La Paz; CICIMAR-314 (1). **Sinaloa;** Mazatlán, Isla Cardones; CICIMAR-1632 (1).

La composición y el número de especies reportado en la bibliografía para esta familia han cambiado a lo largo del tiempo, debido a la mala identificación de ejemplares, al uso de registros poco confiables y a la ampliación de las áreas de distribución. En este trabajo se contrastaron las principales publicaciones que mencionan a estos organismos en nuestro país (Castro-Aguirre, 1965 y Castro-Aguirre y Espinosa, 1996) y se encontraron los siguientes cambios (Tabla 6).

Tabla 6. Especies mencionadas en las publicaciones del 1965, 1996 y en el presente trabajo. N/A (no aparece).

Especie	Publicación		
	Castro-Aguirre, 1965	Castro-Aguirre y Espinosa, 1996	Presente trabajo
<i>Rhinobatos productus</i>	X	X	X
<i>R. glaucostigma</i>	X	X	X
<i>R. planiceps</i>	X	N/A	N/A
<i>R. spinosus</i>	N/A	X	X
<i>R. leucorhynchus</i>	X	X	X
<i>R. lentiginosus</i>	X	X	X
<i>Zapteryx exasperata</i>	X	X	X
<i>Z. brevirostris</i>	X	N/A	N/A
<i>Z. xyster</i>	N/A	N/A	X
<i>R. prahli</i>	N/A	N/A	X
<i>R. percellens</i>	N/A	N/A	X

Castro-Aguirre (1965) reportó ocho especies de esta familia para el país, incluyendo a *R. planiceps*, *Z. brevirostris*, cuya presencia en México es dudosa, ya que los únicos registros en aguas nacionales están basados en avistamientos u observaciones poco confiables. En esta publicación presentó además una fotografía de *Platyrrhinoidis triseriatus* sin embargo no tiene ningún registro de ésta en las colecciones nacionales con catálogos en línea.

Castro-Aguirre y Espinosa (1996), reducen el número de especies a siete y cambian su composición, discuten brevemente la autoría de *R. productus* y reaparece *R. spinosus*, que no

había sido reportada para México desde su descripción realizada por Günther en 1870, con la identificación de cuatro ejemplares, de los cuales tres se encuentran depositados en el CICIMAR-IPN y uno en la CNPE con el número de catálogo “CICIMAR 1804”.

Ambos trabajos concuerdan en la presencia de tres géneros de esta familia en el país. Nelson (2006) y Eschmeyer (2011) discrepan en la presencia del género *Platyrrhinoidis* en la familia Rhinobatidae, sin embargo en este trabajo se siguió la clasificación de Nelson (2006) el cual se basó en el trabajo de McEachran y Aschliman (2004) y Carvalho (2004), colocando a *Platyrrhinoidis* dentro de su propia familia, dejando solo dos géneros de Rhinobatidae para las costas de nuestro país *Rhinobatos* y *Zapteryx*.

La revisión de las descripciones de *R. spinosus* y de *R. productus*, saca a la luz muchos problemas, en el caso de *R. spinosus*, Günther (1870) menciona una serie de caracteres que se ajustan a los de *R. productus* especie que sólo es mencionada pero no descrita, a pesar de ser validada en 1854, esta confusión en los caracteres diagnósticos, parece sugerir que la descripción de *R. spinosus* está basada en una mala identificación de un ejemplar.

En el caso de *R. productus*, también se tienen dudas acerca de quien la describió, en el trabajo de Castro-Aguirre y Espinosa (1996) se asigna a Girard (1854) al igual que Garman (1880a), sin embargo, la mayoría la bibliografía coloca a Ayres (1854), después de revisar este trabajo y el de 1855, no se encontró registro de esta especie, se pidió consejo a Gilbert R. Carter quien comentó que el trabajo revisado era una transcripción de un periódico local de San Francisco llamado “The Pacific” del mismo año y que en éste sí aparece la descripción, sin embargo no se pudo encontrar este diario, por lo que se trabajó con la descripción de Girard (1854) la cual es muy corta y no permite distinguir a esta especie de *R. spinosus*, es posible que trabajos futuros la coloquen como una sinónima, pero antes de esto es necesario encontrar la publicación de Ayres (1854) en el Pacific, para esclarecer la autoría de la especie. En caso de encontrarse y que presente una descripción que cumpla con los requisitos de la nomenclatura y que permita la distinción entre estas especies se deberá citar al diario “The Pacific” y no a los Proceedings of the California Academy of Sciences para no causar más confusiones.

En 1996 se contrastaron los cuatro ejemplares de rinobátidos que de acuerdo a Castro-Aguirre y Espinosa (1996) pertenecían a *R. spinosus*. En el presente trabajo y tras la re-revisión de este material se concluyó que no presentaban los caracteres diagnósticos de esta especie como: “la que la distancia entre los ángulos exteriores de las narinas equivalga a la mitad de la del morro a la boca y las crestas rostrales con espinas”. Se prosiguió a ver con que se agrupaban estos ejemplares en el análisis morfométrico y éste los agrupó y separó del resto de especies del Pacífico (*R. glaucostigma*, *R. leucorhynchus*, *R. prahli* y *R. productus*) (tabla 17), indicando que éste constituyen un grupo distinto, por lo que en el presente trabajo se manejó como *Rhinobatos* sp.

En la última de década se han incrementado los límites geográficos de tres especies, que se pensaba sólo se distribuían en Centroamérica (tabla 6). Son pocos o nulos los ejemplares que se tienen depositados en las colecciones y que se revisaron por lo que no fue posible incluirlos en el análisis de dimorfismo sexual y en algunos casos en el análisis merístico, sólo se pudo aplicar morfometría geométrica. Debido a esto en la clave dicotómica se usa la coloración y otros caracteres cualitativos para diferenciar a estas especies, aun sabiendo que algunos de estos caracteres son muy polimórficos. Es necesario incrementar el número de ejemplares en acervo, el beneficio del método de análisis multivariado, es que permiten agregar más información a los análisis ya realizados, para así integrar a estas especies completamente a estos análisis.

El registro de *R. prahli* para nuestro país está basado sólo en fotografías (Carrera *et al.*, 2012), por lo que es necesario coleccionar y depositar ejemplares en colecciones, en este trabajo se utilizaron solo fotografías.

La presencia de *Z. xyster* en aguas nacionales se ha documentado desde el 2002 (Carrasco, 2012), pero su registro está basado en Robertson y Allen (2008), que a su vez utilizaron un ejemplar depositado en Texas Cooperative Wildlife Collection (TCWC) en la Universidad de Texas A&M, colectado en Golfo de California, Santa Rosalía (McEachran y Dunn 1998); esta localidad tan norteña, hace dudar sobre su identificación. En 2006, Moncayo reportó la especie para Bahía Banderas, sin embargo se desconoce si este ejemplar se encuentra depositado en alguna colección, lo que incrementa las dudas acerca de las posibles distribuciones de esta especie. La presencia de esta especie debería de estar documentada desde 1965 ya que en el

trabajo de Castro-Aguirre (1965), aparece una fotografía de *Z. xyster* en la pag.206, sin embargo el ejemplar fue mal identificado como *Z. exasperata*, es posible que se tengan otros ejemplares mal identificados en otras colecciones. A 46 años de esta publicación, se tienen ejemplares depositados en las colecciones de la Universidad del Mar (UMAR) y en la CNPE gracias al trabajo de Carrasco (*op. cit.* 2012), dejando a Oaxaca como única localidad conocida para *Z. xyster*, esto es preocupante ya que mucha de la bibliografía solo reconoce, una especie del género *Zapteryx* para el Pacífico Mexicano, lo que finalmente se traduce en deficientes estrategias de conservación.

En el 2000 Schmitter-Soto reportó a *R. percellens* para el Caribe Mexicano, fue colectado en la laguna de Sian ka'an, sin embargo no se pudo contar con los ejemplares, a pesar de esto, se presenta una breve descripción de la especie y se incluye en la clave dicotómica, aunque sólo se manejaron caracteres cualitativos para diferenciarla del resto. En un principio, se pensó que los ejemplares de *R. lentiginosus* colectados en Veracruz y carentes de manchas pertenecían a esta especie, pero al contrastar estos especímenes con las descripciones de ambas especies, la presencia de cinco estructuras corneas en la punta del hocico y los resultados obtenidos en el análisis geométrico indicaron que estos ejemplares no pertenecían a *R. percellens*.

CAPÍTULO II: Morfometría Geométrica

Análisis de Dimorfismo Sexual

Se analizó un total de 142 ejemplares, separados por sexo y especie, se usó una función discriminante para determinar el posible efecto del dimorfismo sexual sobre las formas y los caracteres utilizados en el presente estudio, con el objetivo de determinar si mediante éstos se puede identificar la especie independientemente del sexo.

Se utilizaron las curvas sobre el disco y el ángulo en los cartílagos rostrales (figura 2). Mediante este análisis se obtuvieron los valores de “p” para las Distancia de *Procrustes* y valor de T-cuadrada que equivale a la distancia de *Mahalanobis*, así como las sobreposiciones de las formas consenso para la comparación para la comparación entre machos y hembras de cada especie, que se presentaron mediante diagramas de entrelineado. Cabe señalar que las especies *Zapteryx xyster*, *Rhinobatos prahli* y *R. percellens* no aparecen en este análisis pues no se contó con los ejemplares o solo se tuvieron representantes de un sexo.

En ninguna de las comparaciones se observaron grandes variaciones en la forma (figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16) el análisis estadístico no obtuvo resultados distintos, aunque variaron los valores de p, en ningunos de los casos se obtuvieron cifras menores a 0.05, con permutaciones y sin permutaciones, tanto en las distancia de *Procrustes* y como en la T cuadrada (tablas 5, 6, 7, 8, 9 y 10). Esto indicó que existen variaciones en la forma pero que éstas no son tan marcadas como para que se clasifique a los sexos como grupos distintos.

FUNCIÓN DISCRIMINANTE

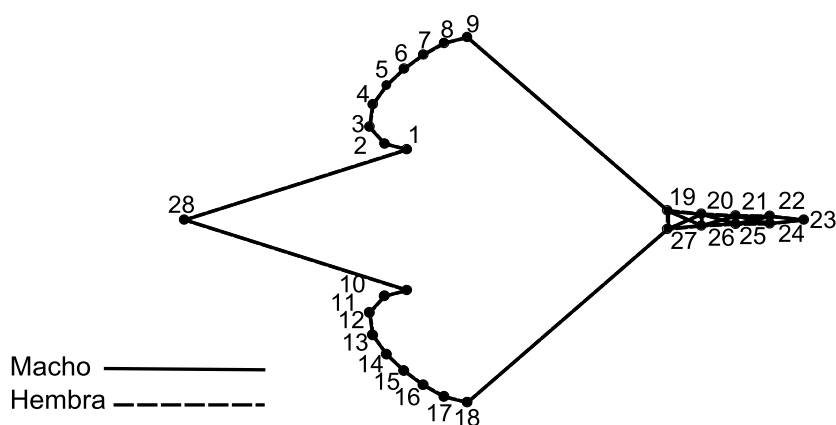


Figura 11. Comparación entre las formas consenso de macho y hembra de *R. glaucostigma*.

Tabla 5. Resultados de la comparación de *R. glaucostigma* (hembra / macho).

Diferencia entre medias	
Distancia ente <i>Procrustes</i>	0.00339462
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	2.047
T-cuadrada	67.3002
Valor de - p (paramétrico)	0.1033
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.974
T-cuadrada	0.096
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.9766
T-cuadrada	0.0973

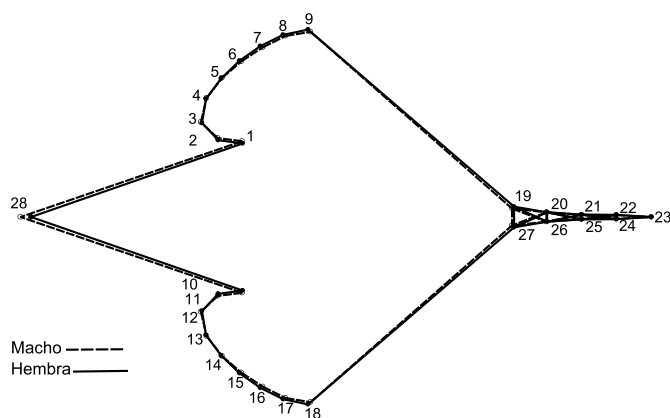


Figura 12. Comparación entre las formas consenso de macho y hembra de *R. productus*.

Tabla 6. Resultados de la comparación de *R. productus* (macho/ hembra).

Diferencia entre medias	
Distancia ente <i>Procrustes</i>	0.01370489
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	3.9075
T-cuadrada	52.9309
Valor de - p (paramétrico)	0.9895
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.654
T-cuadrada	0.993
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.6395
T-cuadrada	0.9889

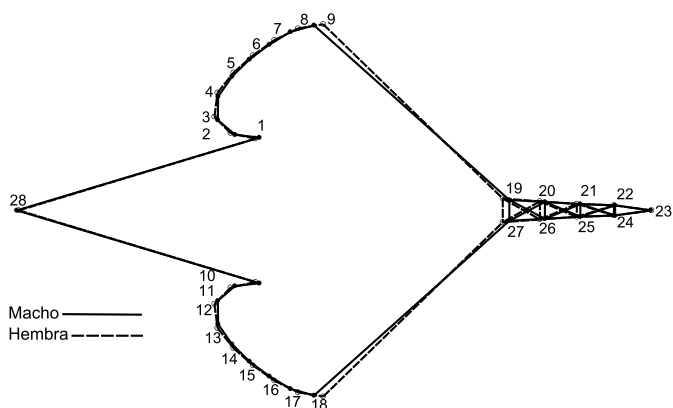


Figura 13. Comparación entre las formas consenso de macho y la hembra de *R. leucorhynchus*.

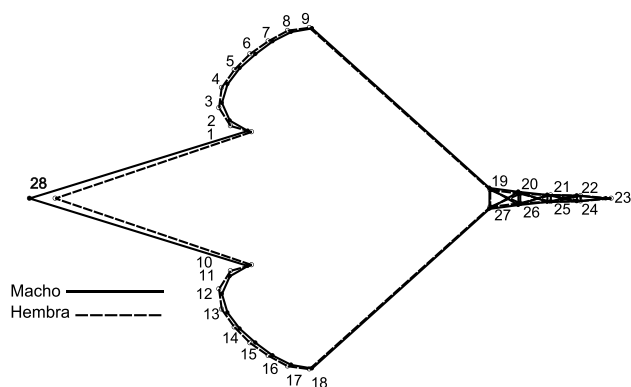


Figura 14. Comparación entre las formas consenso del macho y la hembra de *Rhinobatos* sp.

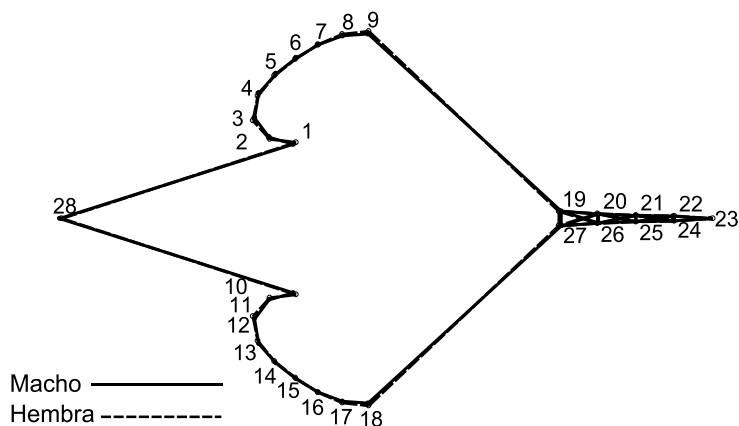


Figura 15. Comparación entre las formas consenso del macho y la hembra de *R. lentiginosus*.

Tabla 7. Resultados de la comparación de *R. leucorhynchus* (hembra/macho).

Diferencia entre medias	
Distancia ente <i>Procrustes</i>	0.02747467
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	3.2548
T-cuadrada	18.161
Valor de - p (paramétrico)	0.7065
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.511
T-cuadrada	0.159
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.5265
T-cuadrada	0.1687

Tabla 8. Resultados de la comparación de *Rhinobatos* sp. (hembra/macho).

Diferencia entre medias	
Distancia ente <i>Procrustes</i>	0.03638728
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	0.498
T-cuadrada	0.248
Valor de - p (paramétrico)	0.9432
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	1
T-cuadrada	0.659
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	1
T-cuadrada	0.6726

Tabla 9. Resultados de la comparación de *R. lentiginosus* (hembra / macho).

Diferencia entre medias	
Distancia ente <i>Procrustes</i>	0.0105298
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	3.4921
T-cuadrada	50.2131
Valor de - p (paramétrico)	0.9486
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.916
T-cuadrada	0.709
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.9183
T-cuadrada	0.7363

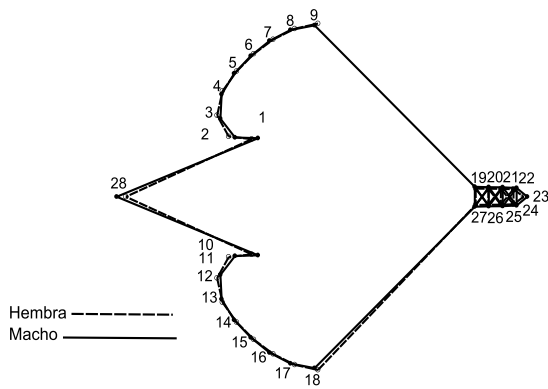


Figura 16. Comparación entre las formas consenso del macho y la hembra de *Z. exasperata*.

Tabla 10. Resultados de la comparación de *Z. exasperata* (hembra / macho).

Diferencia entre medias	
Distancia ente <i>Procrustes</i>	0.0090178
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	8.6509
T-cuadrada	199.567
Valor de - p (paramétrico)	0.7198
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.111
T-cuadrada	0.106
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	0.1065
T-cuadrada	0.1076

Los resultados de este análisis mostraron que a pesar de que los caracteres seleccionados para observar la diferencia entre especies se ven afectados por el dimorfismo sexual, este efecto no es suficiente para que el análisis estadístico no encontrara diferencias significativas, por lo que estos caracteres nos permiten diferenciar entre especies independientemente del sexo de los especímenes, una circunstancia que pueden deberse a que no fueron consideradas, para este análisis, las aletas pectorales, las cuales si sufren cambios drásticos debido a la presencia de los *gonopterigios*. Es posible que se presenten ligeras variaciones en cuanto a las proporciones de algunas estructuras como la longitud de los cartílagos rostrales, después de todo, las hembras de esta familia son un poco más grandes en tamaño en comparación con los machos.

Análisis entre los géneros

Se realizó un ACP para observar las tendencias dentro de los géneros *Rhinobatos* y *Zapteryx*, y un análisis de función discriminante para identificar los rasgos que los separan.

Mediante la prueba estadística de Kruskal-Wallis para muestras independientes, con una significancia de 0.05, se buscó comprobar las agrupaciones obtenidas mediante este análisis; posteriormente se seleccionaron y se contrastaron las medidas que discriminan a los grupos. Para llevar a cabo este estadístico y para evitar variaciones por el tamaño de los organismos, las medidas se expresaron en porcentajes en función de la longitud estándar (Ls).

Se analizaron 129 ejemplares de *Rhinobatos* y 13 de *Zapteryx*, la categoría utilizada para separar la muestra fue el género, se usaron las curvas de semi-puntos en las aletas pectorales y el ángulo de los cartílagos rostrales.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Se obtuvo un total de 26 valores principales, de los cuales sólo cuatro superaron el 5 % de la variación, sin embargo, el cuarto y quinto componente mostraron poca diferencia, por lo que sólo se presentan los tres primeros, que sumados abarcaron el 87.14% de la variación de la muestra (Tabla 11), (Anexo I).

Tabla 11. Resultados obtenidos a partir del ACP.

CP.	Eigenvalores	Varianza (%)	Acumulativa (%)
1	0.00125195	48.601	48.601
2	0.00072171	28.017	76.618
3	0.00027125	10.53	87.148

La figura 17 muestra las tendencias de los individuos de los dos géneros dentro del CP1 y CP2, las cuales son contrarias, por lo menos en el caso del CP1 donde se acumula casi el 50% de la variación de la muestra.

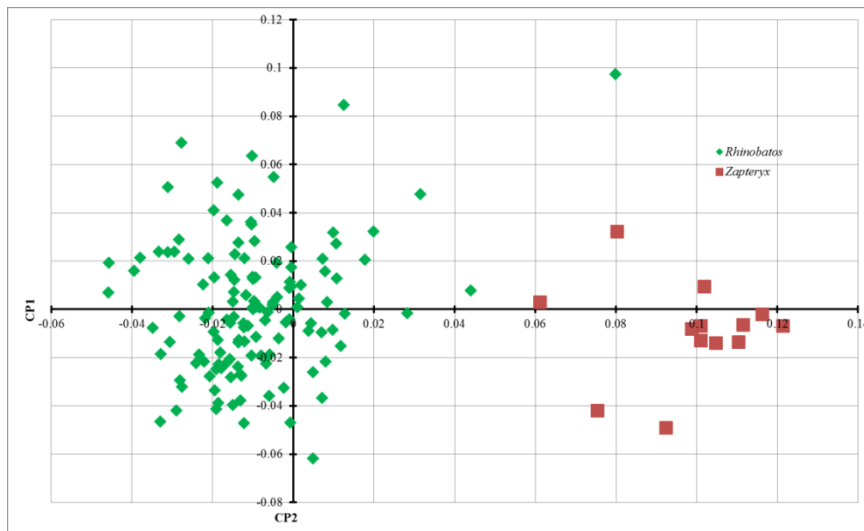


Figura 17. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP: CP1 vs CP2.

El CP2 comprendió el 28% de la variación, mostró procesos o intervalos de cambio al interior de los géneros *Rhinobatos* y *Zapteryx*, el número de ejemplares y la mayor variación en los

caracteres afectados en este componente hicieron que *Rhinobatos* ocupara la mayor parte del eje, mientras que *Zapteryx* se vio menos afectado por el CP2 y la mayoría de sus individuos tienden a agruparse en el centro.

Usando la unidad de escala de los componentes para determinar el grado de deformación de las gráficas de rejillas de deformación y de entrelineado se presentó la comparación entre los cambios de forma obtenidos en este análisis.

En la figura 18 se observan los cambios en forma a -0.05 y 0.12 unidades de escala del CP1, los individuos del género *Zapteryx* tienden a la parte positiva del componente en la unidad de escala 0.10 y presentaron en comparación con la forma consenso, un disco pectoral más ancho (pares de puntos 9- 18) y largo (pares de puntos 5-14, 4-13, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más cortos (pares puntos 19-23 y 27-23), con una mayor separación entre ellos, ésta se reduce poco a lo largo de toda su longitud (pares de puntos 20-26 y 21-25) y una menor distancia entre la axila pectoral y la inserción de la primera aleta dorsal (pares de puntos 1-28 y 10-28).

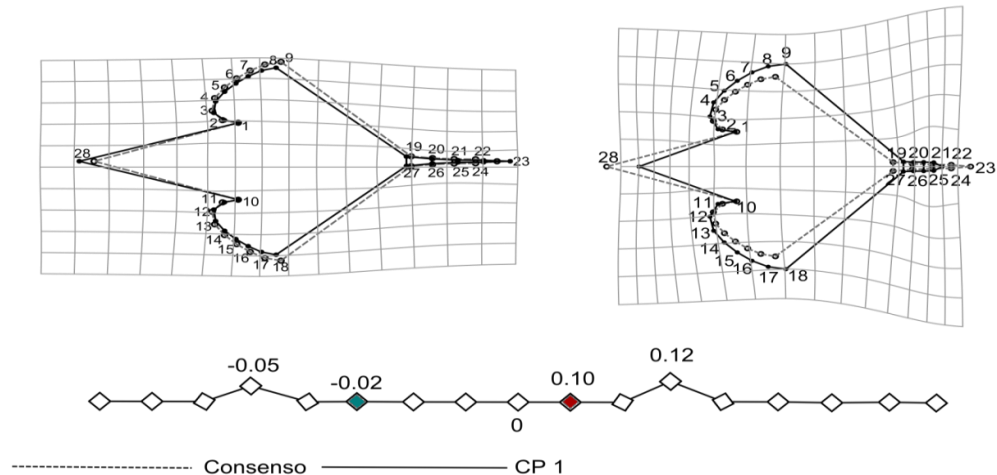


Figura 18. Diagramas de entramado y de rejillas de deformación generados en el ACP para las formas contenidas en el factor de escala 0.12 y -0.05 del CP1.

En la parte negativa del componente se agruparon los individuos del género *Rhinobatos*, los cuales tienden a la unidad de escala -0.02 del CP1 y que en comparación con el consenso presentaron discos pectorales más angostos (pares de puntos 9-18); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y menos separados (pares de puntos 20-26 y 21-25), distancia que se reduce gradualmente en dirección hacia la punta del hocico y una mayor

separación entre las axilas pectorales y la inserción de la primera aleta dorsal (pares de puntos 1-28 y 10-28).

En la figura 19 se observa el proceso dentro de los géneros; *Rhinobatos* abarcó el intervalo de unidades de escala 0.06 a -0.06 del CP2. Mientras que *Zapteryx* ocupó el intervalo de unidades 0.03 a -0.03. Hacia la parte positiva del componente, tienden organismos que en comparación con la forma consenso presentaron, discos pectorales angostos (pares de puntos 9-18) y cortos en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y separados, distancia que se reduce en dirección hacia la punta del hocico (pares de puntos 19-27 a 22-24) y una mayor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y la axila pectoral (puntos 1-28 y 10-28), mientras que en la parte negativa la dirección de estos cambios se invirtió, pero se mantuvieron en la misma magnitud.

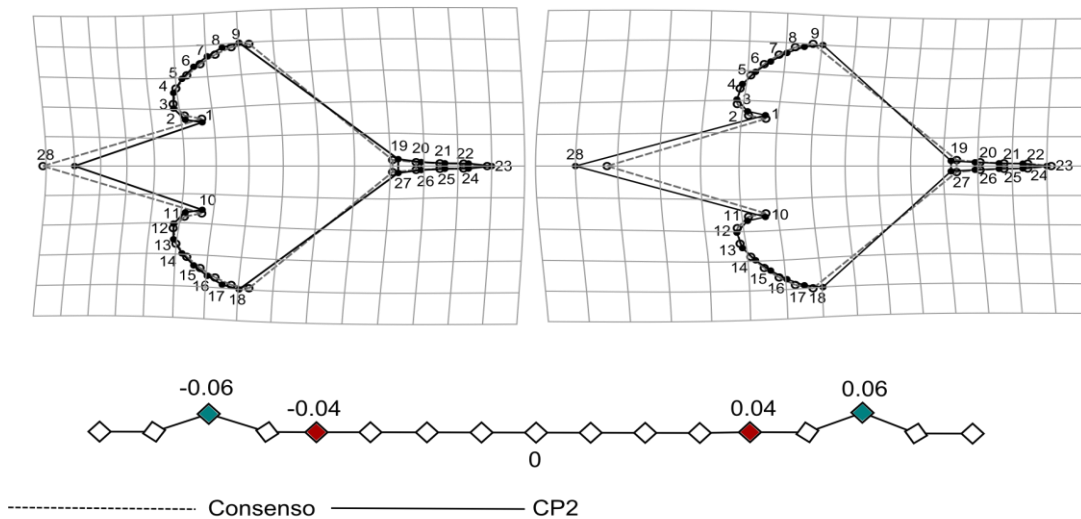


Figura 19. Diagrama de entramado y rejillas de deformación obtenidos en el ACP, para las formas contenidas en la escalas 0.06 y -0.03 del CP2.

En la figura 20, se muestran las tendencias de estos dos géneros, dentro de los CP3 y CP4. El CP3 abarcó el 10% de la variación al interior de la muestra, la distribución de los puntos pertenecientes a *Zapteryx* se vio más restringida y solo ocupó la parte positiva, mientras que para *Rhinobatos* se distribuye en el intervalo de unidades de escala 0.02 y -0.02, lo que refleja una mayor diversidad en este carácter aunque dicho efecto podría estar respondiendo al mayor número de individuos que se tienen de este género.

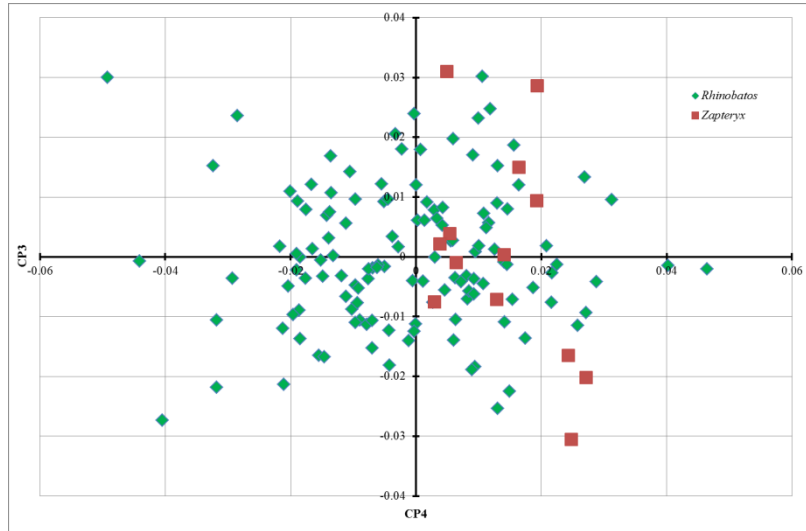


Figura 20. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP: CP3 vs CP4.

En la figura 21, en el cambio de la forma, en el intervalo 0.05 y -0.05 del CP3. Los individuos del género *Zapteryx* presentaron una distribución más restringida dentro de este componente y el grueso del grupo se encuentra a 0.02 unidades de escala, aunque en esta parte también se encontraron algunas especies de *Rhinobatos* como *R. prahli*, en comparación con la forma consenso, presentaron cartílagos rostrales cortos (puntos 19-23 y 27-23) y separados (pares de puntos 20-26 y 21-25); disco pectoral ancho en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27) y largo (pares de puntos 4-13 y 5-14) y una mayor distancia entre la axila pectoral y la primera aleta dorsal (puntos 1-28 y 10-28).

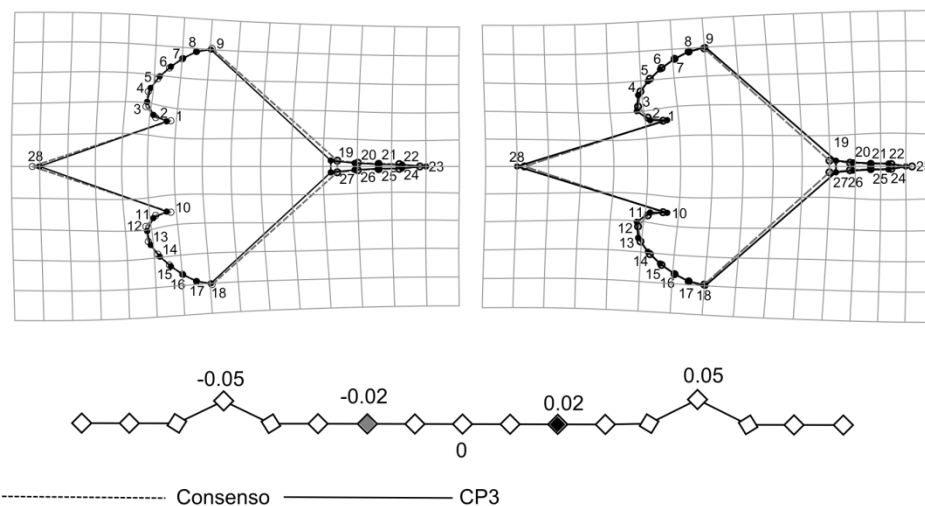


Figura 21. Diagramas de entramado y de rejillas deformación obtenidos en el ACP, para las formas contenidas en las unidades de escala 0.05 y -0.05 del CP3.

Los cambios en la forma a -0.02 unidades de escala del CP3 correspondieron únicamente a individuos del género *Rhinobatos*, que en comparación con la forma consenso presentaron cartílagos rostrales largos (puntos 19 a 27), con una menor separación entre ellos (pares de puntos 20-26 y 21-25); discos pectorales angostos en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27), y cortos (pares de puntos 4-13 y 5-14) y una reducción en la distancia entre la axila pectoral y la inserción de la primera aleta dorsal (puntos 1-28 y 10-28).

FUNCIÓN DISCRIMINANTE

Rhinobatidae – Zapteryx: Se obtuvieron diferencias significativas entre la forma de estos dos géneros (T cuadrada = 0,10974811, valor de p = <.0001), esta tendencia se mantuvo aun después de 1,000 y 2,000 permutaciones (T cuadrada = <0,001), (Tabla. 12).

Tabla 12. Resultados del análisis de discriminantes.

Diferencia entre medias	
Distancia ente <i>Procrustes</i>	0.10974811
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	12.9919
T-cuadrada	199.47804
Valor de – p (paramétrico)	<.0001
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia entre <i>Procrustes</i>	<.0001
T-cuadrada	<.0001

En la figura 22 se muestran la sobreposición de las formas consenso de los géneros, *Rhinobatos* en comparación con *Zapteryx* presentó un disco pectoral más angosto (par de puntos 9-18) y corto (pares de puntos 13-4, 12-3, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 27-23) y con una menor separación entre ellos (pares de puntos 20-26, 21-25 y 22-24) y una reducción en la distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28) (Tabla 13).

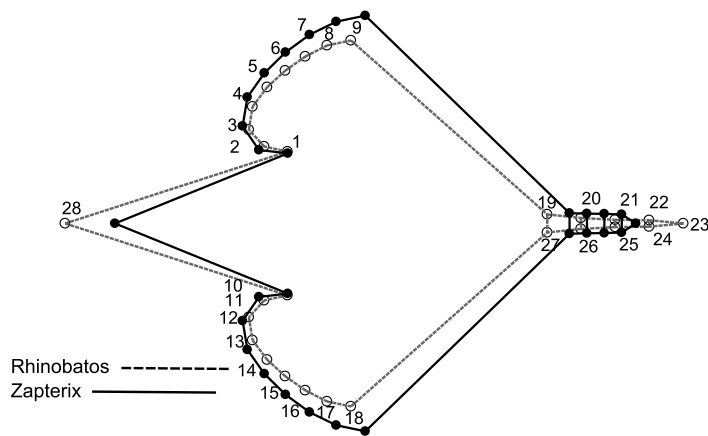


Figura 22. Comparación entre las formas consenso de los géneros *Rhinobatos* y *Zapteryx*.

Tabla 13. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>Rhinobatos</i>	<i>Zapteryx</i>
Pp 9-18	40.992	59.362
Pp 12-3 y 13-4	49.982	58.010
Pp 9-19 y 18-27	29.422	40.839
Pp 1-28 y 10-28	25.960	26.465
Pp 21-25 y 20-26	1.0377	2.818
Pp 19-23 y 27-23	15.373	9.215

El análisis exploratorio con caracteres morfológicos mostró que estos géneros presentan formas y tendencias distintas, razón por la cual, incluso desde un análisis exploratorio los grupos se separan. En el CP1 (figura 18) se obtienen las formas de ambos géneros estas variaciones en los caracteres vuelven a resultar en la función discriminante, junto con un valor de p menor a 0.05 (tabla 12), lo que permite concluir que existe diferencia significativa entre estos dos grupos. Ésta distinción tan contundente era de esperarse debido a que son taxa superiores al nivel de especie.

Las conclusiones estadísticas obtenidas tanto en el análisis geométrico como en el tradicional indicó que la variación de los caracteres seleccionados permite diferenciar a nivel de género tablas (13), a partir de estos análisis tradicional y geométrico se obtuvieron 17 caracteres que permiten la identificación entre géneros (tabla 14), a los cuales se les dará un valor numérico de porcentajes referidos a la Ls para ser utilizados en la clave dicotómica (tabla 15).

Tabla 14. Resultados obtenidos en el análisis de Kruskal-Wallis para los géneros de la familia Rhinobatidae.

H0= La distribución de las medias es la misma entre los géneros de la familia Rhinobatidae

Medida	Sig.
Rechazar la hipótesis nula	
Ancho del disco	0.000
Distancia entre el morro y la primera aleta dorsal	0.000
Surco entre cartílagos rostrales parte posterior	0.000
Longitud de los cartílagos rostrales	0.000
Distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y la axila pectoral	0.028
Surco entre cartílagos rostrales parte media	0.000
Largo del disco	0.000
Longitud del disco parte anterior	0.000
Distancia entre axilas pélvicas	0.000
Ancho del disco en la porción anterior	0.000
Ancho del disco a la altura de los ojos	0.000
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pélvica	0.000
Distancia entre aletas dorsales	0.000
Longitud de espiráculo	0.001
Distancia interocular	0.000
Distancia entre espiráculos	0.000
Ángulo en la punta del hocico	0

Tabla 15. Medias de las mediciones utilizadas para separar a los géneros de la familia Rhinobatidae.

Medición	Medición	<i>Rhinobatos</i>	<i>Zapteryx</i>
Ancho del disco	Fig. 2 puntos 9-18	40,992%	59,362%
Largo del disco	Fig. 2 puntos 23-3 y 23-4	49,982%	58,010%
Longitud parte anterior del disco	Fig. 2 puntos 9-19 y 18-27	29,422%	40,839%
Distancia entre el morro y la primera aleta dorsal	Fig. 2 puntos 23-28	68,907%	73,585%
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pectoral	Fig. 2 puntos 1-28 y 10-28	25,960%	26,465%
Ancho del disco a la altura de los ojos	Fig. 3 puntos 22-17 y 21-20	27,869%	43,254%
Surco entre cartílagos rostrales parte media	Fig. 2 puntos 21-25 y 20-26	1,0377%	2,818%
Surco entre cartílagos rostrales parte posterior	Fig. 2 puntos 19-27	2,091%	2,926%
Longitud de los cartílagos rostrales	Fig. 2 puntos 19-23 y 27-23	15,373%	9,215%
Ancho de la cola	Fig. 3 puntos 27-28	13,286%	9,979%
Ángulo en la punta del hocico	Fig. 3 entre los puntos 23-18	65,339°	113,219°
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pélvica	Fig. 3 puntos 28-8 y 27-8	15,173%	13,838%
Longitud de espiráculo	Fig. 3 puntos 13-16 y 14-15	2,830%	3,119%
Distancia interocular	Fig. 3 puntos 11-12	4,524%	5,028%
Distancia entre espiráculos	Fig. 3 puntos 14-13	7,067%	10,346%
Distancia entre las aletas dorsales	Fig. 3 puntos 8-9	18,353%	15,438%

Análisis del género *Rhinobatos*

El criterio clasificatorio fue la especie (tabla 16), se utilizaron los semi-puntos en el disco pectoral y en los cartílagos rostrales, se realizó un AVC y un análisis de función discriminante.

Mediante la prueba estadística de Kruskal-Wallis, se buscó comprobar las agrupaciones obtenidas mediante estos análisis, se seleccionaron y se contrastaron los datos que discriminaron a los grupos, para llevar a cabo esto las medidas se expresaron en porcentajes, que estuvieron en función de la Longitud estándar (Ls). Además se tomó el ángulo de la parte anterior del hocico con dirección a los ojos.

Tabla 16. Distribución de los ejemplares de acuerdo a su especie.

Especies	Ejemplares
<i>R. glaucostigma</i>	64
<i>R. lentiginosus</i>	17
<i>R. leucorhynchus</i>	7
<i>R. prahli</i>	3
<i>R. productus</i>	34
<i>Rhinobatos</i> sp.	4

ANÁLISIS DE VARIABLES CANÓNICAS (AVC)

Se obtuvieron cinco eigenvalores, de los cuales, cuatro sobrepasan 5% de la variación y acumulan 96.7% de la variación total de la muestra (Tabla 17), (Anexo II).

Tabla 17. Resultados obtenidos a partir del AVC.

VC.	Eigenvalores	Variación (%)	Acumulativa (%)
1	400.182437	51.638	51.638
2	157.948935	20.381	72.019
3	142.201934	18.349	90.368
4	0.49623456	6.403	96.771

En la figura 23 se muestran las agrupaciones que se forman bajo la VC1 y VC2. La primera variable canónica que representó el 51.6% de la variación, en ella se observan tres agrupaciones. Mientras que la VC2 que equivalió al 20.3%, sólo se presenta dos.

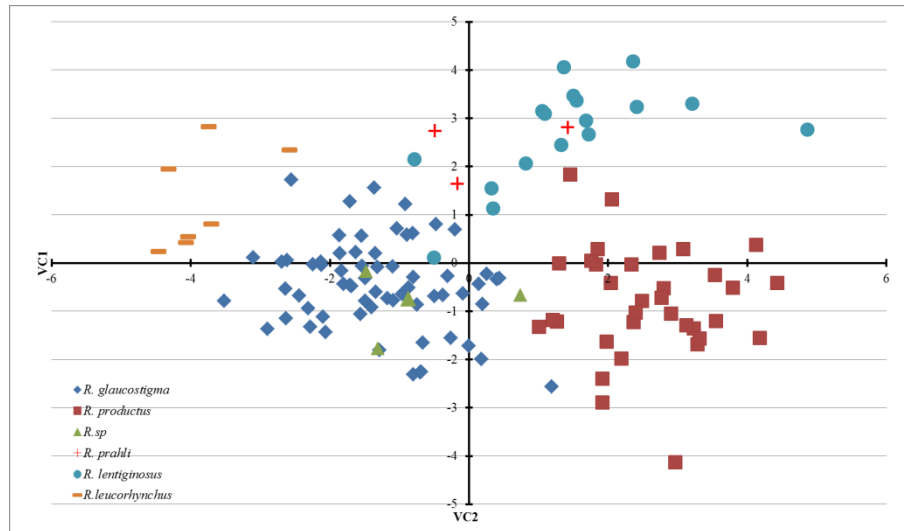


Figura 23. Representación gráfica de las distribuciones de los grupos que se obtienen mediante el VCA: VC1 vs VC2.

La comparación entre los cambios en la forma encontrados en el AVC y la forma consenso se explican mediante el uso de las escalas de la variable o eje y con diagramas de rejillas de deformación y de entramado.

La figura 24, muestra los cambios de la forma entre las unidades de escala 5 y -5 de la VC1, la especie *R. productus* se agrupó en la unidad de escala 3, en comparación con la forma consenso los presento un disco pectoral angosto (par de puntos 9-18), que se alarga en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27), poco separados en la parte central (pares de puntos 21-25 y 22-24) y finalmente una reducción en la distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y la axila pectoral (pares de puntos 1-28 y 10.28). La segunda agrupación del eje se presentó cerca de la unidad de escala 1 en esta región de la variable encontramos a *R. lentiginosus*, que mostró cambios en la forma similares a los de *R. productus* pero en menor escala, sobre todo en la separación entre los cartílagos rostrales en la parte media (pares de puntos 20-26 y 21-25).

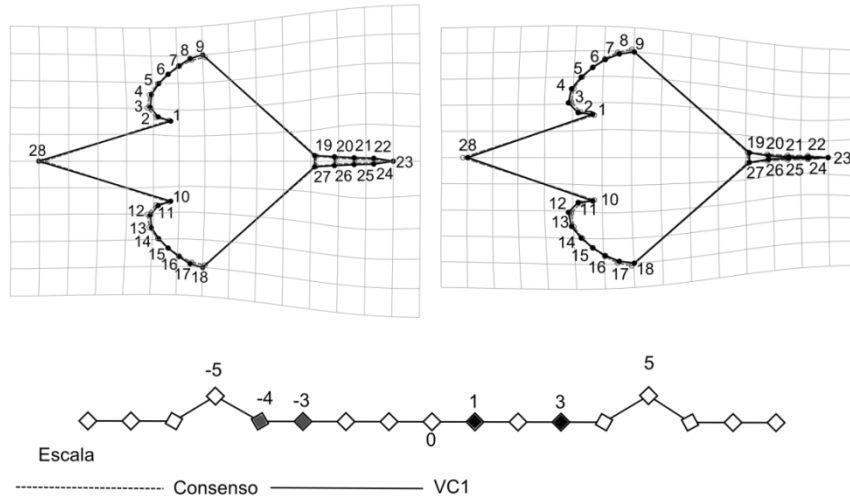


Figura 24. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las escalas de -5 y 5 del VC1.

Los cambios en la forma a -4 unidades de escala de la variable, correspondieron a la especie *R. leucorhynchus* que en comparación con la forma consenso, presentó un disco pectoral ancho (par de puntos 9-18) y cartílagos rostrales separados en la parte media (pares de puntos 21-25 y 22-24) y una mayor separación entre la inserción de primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28). La tercera agrupación de la variable se ubico en la unidad de escala -3 y correspondió a las especies: *R. glaucostigma*, *Rhinobatos* sp. y *R. prahli* que presentaron cambios en la misma dirección que los de *R. leucorhynchus* pero de menor escala sobre todo en la distancia entre los cartílagos rostrales en la parte media (pares de puntos 21-25 y 22-24).

En la figura 25 se presentan los cambios en la forma en el intervalo de unidades de escala 4 y -4 del VC2, la primera agrupación de la variable, se presentó a 3 unidades de escala en ella se agruparon individuos de las especies *R. lentiginosus* y *R. prahli* que en comparación con la forma consenso presentaron cartílagos rostrales con una menor separación en su región posterior (pares de puntos 19-27 y 20-26); un disco pectoral largo en la parte posterior (pares de puntos 4-23 y 3-23) y en la parte anterior cortos y angostos (pares de puntos 9-19 y 18-27) y una mayor distancia entre las inserción de la primer dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28),

La segunda agrupación se presentó en la unidad de escala 1, en esta región de eje se encontró *R. leucorhynchus* que presentó cambios en la misma dirección a los de *R. lentiginosus* y *R. prahli*,

pero de menor magnitud. Finalmente la tercera agrupación de la variable se presentó cerca del “0” y mostró una tendencia a la parte negativa, ésta agrupo a las especies; *R. productus*, *R. glaucostigma* y *Rhinobatos* sp. que presentaron una forma muy parecida a la del consenso, con cambios en sentido contrario y de menor escala que los de *R. lentiginosus*, *R. prahli* y *R. leucorhynchus*.

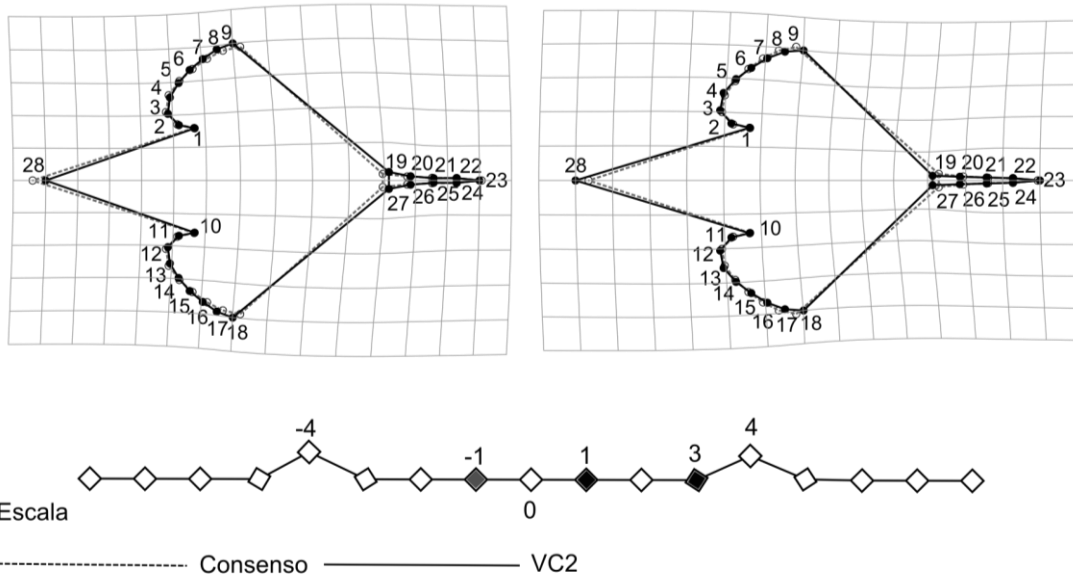


Figura 25. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las unidades de escala de 4 y -4 del VC2.

En la figura 26 se muestra el comportamiento de los grupos dentro de las VC3 y VC4. La VC3 abarcó 18% de la variación presentó tres conjuntos, mientras que en la VC4 que representó 6 % de la variación sólo se obtuvieron dos.

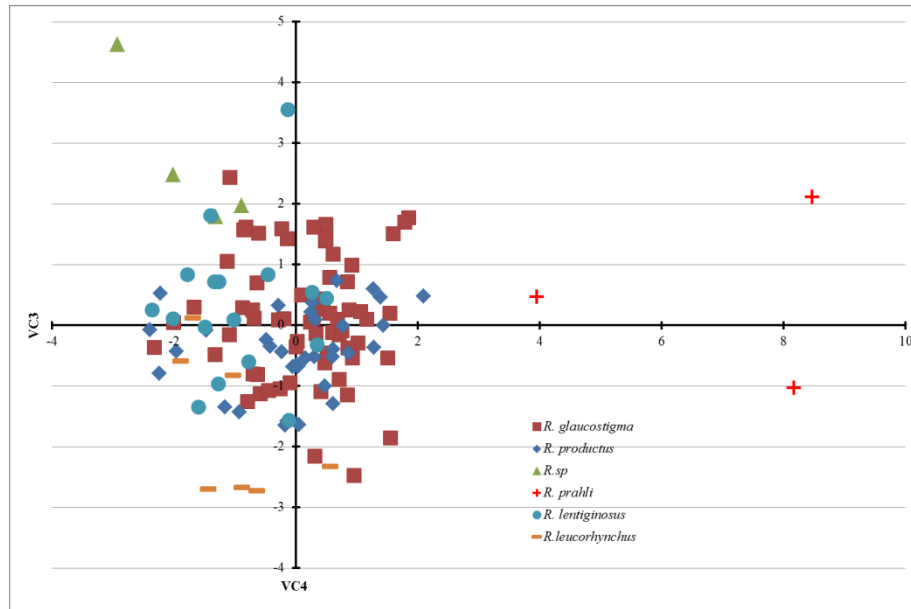


Figura 26. Representación gráfica de las distribuciones de los grupos que se obtienen mediante el VCA: VC3 vs VC4.

En la figura 27 se muestran los cambios en la forma entre el intervalo de unidades de escala 10 y -3 del VC3, el primer grupo se presentó a 7 unidades de escala de la variable y agrupó a la especie *R. prahli*, que en comparación con la forma consenso, presentó un disco pectoral ancho (par de puntos 9-18) y corto en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y una mayor separación entre la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (hito 1-28 y 10-28). El segundo grupo del eje se presentó a -2 unidades de escala y correspondió a las especies *R. leucorhynchus* y *R. lentiginosus*, que en comparación con la forma consenso presentaron discos pectorales anchos en la parte anterior (pares de puntos 9-18, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales largos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y una menor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28). Finalmente la tercera agrupación del VC3 se presentó cerca del “0” y agrupó a las especies *R. glaucostigma*, *Rhinobatos* sp. y *R. productus*, que presentaron formas similares a la del consenso.

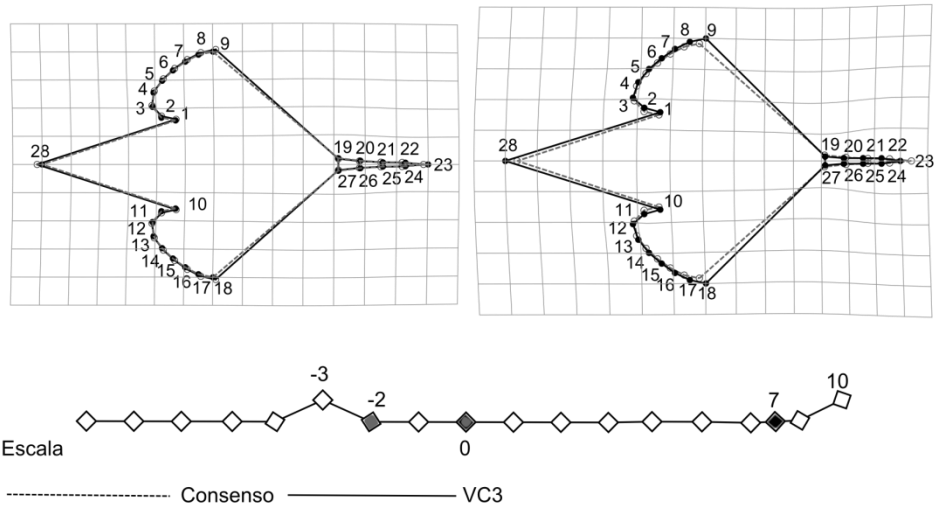


Figura 27. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las unidades de escala -3 y 10 del VC3.

ANÁLISIS PAREADO

Se utilizaron las distancias de *Mahalanobis* (Tabla 18) y de *Procrustes* (Tabla 19), para obtener resultados estadísticos que contrastaran los encontrados en el AVC. En la mayoría de las comparaciones se obtuvieron diferencias significativas. Se presentó un incremento en el valor de p en el caso de la Distancia de Procrustes, debido a que, ésta no ajusta las medias a comparar con las medias del resto y además que se ve más afectada por la falta de normalidad en las muestras.

Tabla 18. En la parte superior, distancias de *Mahalanobis* entre grupos y en la parte inferior los valores de p del análisis pareado con 1,000 permutaciones.

Especie	<i>R. glaucostigma</i>	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>R. prahli</i>	<i>R. productus</i>
<i>R. lentiginosus</i>	4.2844				
	<.0001				
<i>R. leucorhynchus</i>	4.0696	6.0179			
	<.0001	<.0001			
<i>R. prahli</i>	8.0267	8.5307	9.4415		
	<.0001	0.0014	0.0055		
<i>R. productus</i>	4.3838	4.2115	7.4227	9.3403	
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	
<i>Rhinobatos</i> sp.	3.8785	5.265	5.8912	9.996	53.788
	0.0022	0.0001	0.0029	0.0109	<.0001

Tabla 19. En la parte superior distancias de *Procrustes* entre grupos y en la parte inferior los valores de P del análisis pareado con 1,000 permutaciones.

	<i>R. glaucostigma</i>	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>R. prahli</i>	<i>R. productus</i>
<i>R. lentiginosus</i>	0.0259				
	0.0001				
<i>R. leucorhynchus</i>	0.0214	0.0259			
	0.0582	0.1136			
<i>R. prahli</i>	0.0762	0.0688	0.0672		
	0.0001	0.0104	0.0509		
<i>R. productus</i>	0.0178	0.0289	0.0344	0.0854	
	<.0001	0.0001	0.0006	<.0001	
<i>Rhinobatos</i> sp.	0.0242	0.0313	0.0288	0.0574	0.0365
	0.1219	0.1548	0.3895	0.2556	0.0271

FUNCIÓN DISCRIMINANTE

Buscado comprobar los resultados obtenidos en el AVC se realizó un análisis de función discriminante, en la tabla 20 se muestran los resultados obtenidos y mediante el uso de diagramas de entrelineado se presentan la comparación de las formas consenso entre pares de especies, se usaron permutaciones para exagerar el tamaño de muestra.

Tabla 20. Resultados del análisis de discriminantes con 1,000 y 2,000 permutaciones.

D/P	Distancia entre <i>Procrustes</i>	Diferencias entre medias				Valores de p, para las permutaciones (1,000)		Valores de p, para las permutaciones (2,000)	
DM	Distancia de Mahalanobis								
Combinación		D/p	DM	T-cuadrada	Valor de p	D/p	T-cuadrada	D/p	T-cuadrada
<i>R. glaucostigma – R. lentiginosus</i>		0.0259219	4.6919	2966.505	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
<i>R. glaucostigma – R. leucorhynchus</i>		0.0213843	4.9892	1573.038	<.0001	0.064	0.001	0.0495	<.0001
<i>R. glaucostigma – R. prahli</i>		0.0762419	9.4834	2578.998	<.0001	0.001	0.001	<.0001	<.0001
<i>R. glaucostigma – R. productus</i>		0.0144623	4.3046	4136.447	<.0001	0.005	<.0001	0.0035	<.0001
<i>R. glaucostigma – Rhinobatos</i> sp.		0.0241876	5.1881	1014.229	0.0048	0.118	0.027	0.134	0.023
<i>R. lentiginosus – R. leucorhynchus</i>		0.0258748	8.4668	3554.499	0.7443	0.131	0.06	0.094	0.062
<i>R. lentiginosus – R. prahli</i>		0.0687961	15.302	5971.087	0.5292	0.015	0.003	0.007	0.0035
<i>R. lentiginosus – R. productus</i>		0.0244626	5.3095	3194.936	<.0001	0.002	<.0001	0.0035	<.0001
<i>R. lentiginosus – Rhinobatos</i> sp.		0.031313	13.077	5537.317	0.5706	0.16	0.024	0.1495	0.0315
<i>R. leucorhynchus – R. prahli</i>		0.0672286	5.0837	542.724	0.6909	0.038	0.125	0.053	0.14
<i>R. leucorhynchus – R. productus</i>		0.029498	18.95	20844.811	<.0001	0.011	<.0001	0.0225	<.0001
<i>R. leucorhynchus – Rhinobatos</i> sp.		0.0287956	6.5379	1088.043	0.5894	0.423	0.011	0.3685	0.0175
<i>R. prahli – R. productus</i>		0.0794989	14.428	28405.087	0.0022	<.0001	0.004	0.001	0.0025
<i>R. prahli – Rhinobatos</i> sp.		0.057413	4.761	388.582	0.5411	0.233	0.012	0.231	0.0115
<i>R. productus – Rhinobatos</i> sp.		0.0319279	8.8005	2771.822	0.0221	0.079	0.027	0.069	0.027

R. glaucostigma – *R. lentiginosus*: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 2966,505; valor de p = <.0001), esta tendencia se mantuvo aun después de 1,000 y 2,000 permutaciones (T cuadrada = <0,001), (tabla 20).

En la figura 28 se muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. glaucostigma* en comparación con *R. lentiginosus*, presentó un disco pectoral más ancho (pares de puntos 9-18), más corto en la parte posterior (pares de puntos 4-23 y 3-23) y más largo en la anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales ligeramente más cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27), más separados (pares de puntos 19-27, 20-26 y 22-24) y una mayor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28), (tabla 21).

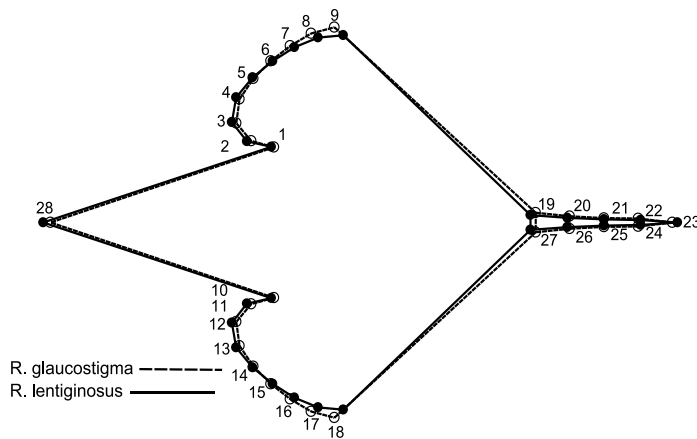


Tabla 21. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. glaucostigma</i>
Pp 9-18	39.313	41.183
Pp 23-3 y 23-4	50.247	49.593
Pp 9-19 y 18-27	27.863	29.672
Pp 1-28 y 10-28	25.999	25.962
Pp 20-26 y 21-25	0.9309	1.117
Pp 19-23 y 27-23	16.22	16.208

Figura 28. Comparación entre las formas consenso de *R. glaucostigma* – *R. lentiginosus*.

R. glaucostigma – *R. leucorhynchus*: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 1573,038; valor de p = <.0001), a pesar del reducido número ejemplares de *R. leucorhynchus*, tendencia que se mantuvo aun después de 1,000 y 2,000 permutaciones (T cuadrada = 0.0010), es posible que el valor de p se incremente ligeramente debido a las combinaciones aleatorias de las permutaciones, aun así la diferencia sigue siendo significativa lo que concuerdan con la tabla 20.

La figura 29 presenta la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. glaucostigma* en comparación con *R. leucorhynchus*, presentó un disco pectoral más ancho (par de puntos 9-18) y largo en la parte anterior (puntos 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más cortos

(pares de puntos 19-23 y 23-27) y una menor distancia entre ellos (pares de puntos 22-26 y 21-25); y una menor separación entre la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28) (tabla 22).

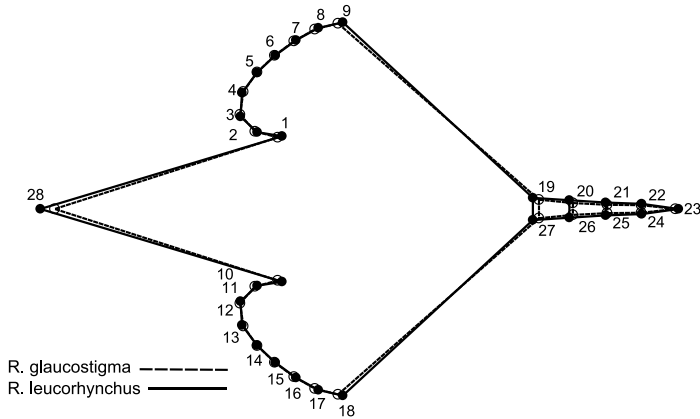


Tabla 22. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>R. glaucostigma</i>
Pp. 9-18	40.41	41.183
Pp. 9-19 y 18-27	28.032	29.672
Pp 1-28 y 10-28	27.428	25.962
Pp20-26 y 21-25	1.648	1.117
Pp 19-23 y 27-23	15.808	16.208

Figura 29. Comparación entre las formas consenso de *R. glaucostigma* – *R. leucorhynchus*.

R. glaucostigma – *R. prahli*: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 2578,998; valor de $p = <.0001$), incluso después de 1,000 y 2,000 permutaciones la tendencia no cambio (T cuadrada = 0.0010), (tabla 20). El leve incremento en el valor de p se debe al reducido número de individuos de *R. prahli* y al limitado número de combinaciones en las permutaciones.

En la figura 30 se muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, las cuales son muy distintas, esto debe a que no se tuvo contacto directo con los ejemplares de *R. prahli*, por lo que la digitalización de los puntos pudo variar un poco más en la posición, las fotos no contaron con escala por lo que no se consideró en la morfometría tradicional, por lo que se muestra la calcificación de los individuos de acuerdo a sus formas, (tabla 23).

R. glaucostigma en comparación con *R. prahli*, presentó un disco pectoral más angosto (par de puntos 9-18) y corto (pares de puntos 4-23 y 3-23); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y separados (pares de puntos 20-26 y 21-25) y una menor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28).

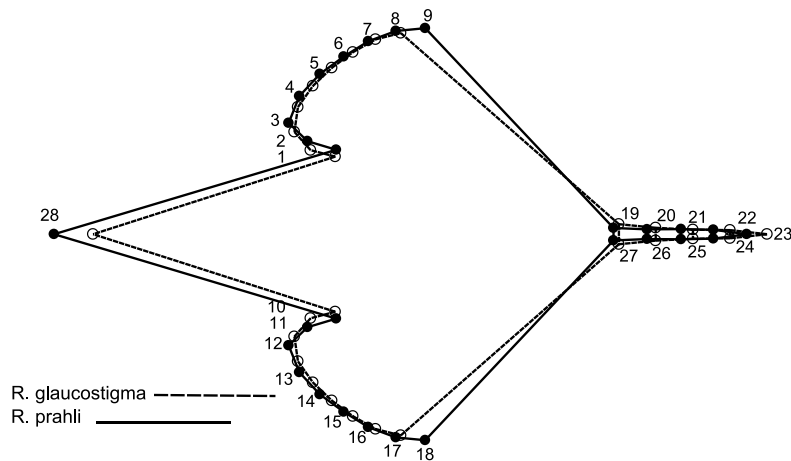


Figura 30. Comparación entre las formas consenso de *R. glaucostigma* – *R. prahli*.

Tabla 23. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de sus formas.

Función discriminante			
Grupo	Afinidad		
Especie	<i>R. glaucostigma</i>	<i>R. prahli</i>	Total
<i>R. glaucostigma</i>	69	0	69
	100%	0%	100%
<i>R. prahli</i>	0	3	3
	0%	100%	100%
Validación cruzada			
Grupo	Afinidad		
Especie	<i>R. glaucostigma</i>	<i>R. prahli</i>	Total
<i>R. glaucostigma</i>	67	2	69
	97%	3%	100%
<i>R. prahli</i>	2	1	3
	67%	33%	100%

R. glaucostigma – *R. productus*: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 4136,447; valor de $p = <.0001$), tendencia que se mantuvo aun después de 1,000 y 2,000 permutaciones (T cuadrada = $<.0001$), (tabla 20).

La figura 31 presenta la comparación de las formas consenso de estas dos especies, *R. productus* en comparación con *R. glaucostigma* presentó un disco pectoral más largo (pares de puntos 4-23, 3-23, 9-19 y 18-27); con cartílagos rostrales menos separados en su parte central (pares de puntos 20-26 y 21-25) y una menor distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28), (tabla 24).

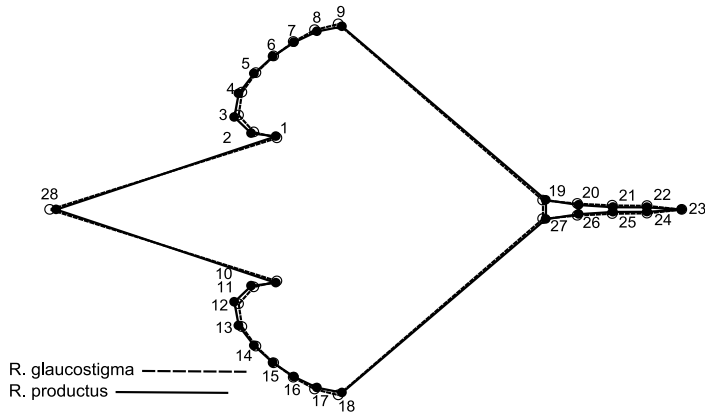


Figura 31. Comparación entre las formas consenso de *R. glaucostigma* – *R. productus*.

Tabla 24. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. glaucostigma</i>	<i>R. productus</i>
Pp 23-3 y 23-4	49.593	50.720
Pp 9-19 y 18-27	29.672	29.944
Pp 1-28 y 10-28	25.962	24.978
Pp 20-26 y 21-25	1.117	0.794

R. glaucostigma – *Rhinobatos* sp.: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 1014,229; valor de p = 0.0048), sin embargo el valor de p se reduce después de 1,000 y 2,000 permutaciones (T cuadrada = 0.0270), (tabla 20). Es posible que esto se deba al reducido número de organismos dentro de los grupos, lo que limita el número de combinaciones distintas en las permutaciones.

En la figura 32 se muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. glaucostigma* en comparación con *Rhinobatos* sp. presentó un disco pectoral más angosto (par de puntos 9-18) y largo (pares de puntos 4-23 y 3-23); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y una menor separación entre inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28), (tabla 25).

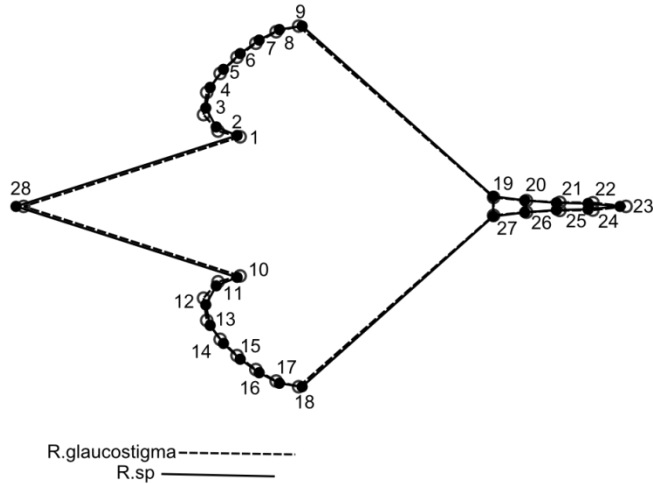


Figura 32. Comparación entre las formas consenso de *R. glaucostigma*– *Rhinobatos* sp.

Tabla 25. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>Rhinobatos</i> sp.	<i>R. glaucostigma</i>
Pp 9-18	40.980	41.183
Pp 23-3 y 23-4	48.616	49.593
Pp. 1-28 y 10-28	26.353	25.962
Pp. 19-23 y 27-23	14.441	16.208

R. lentiginosus – *R. leucorhynchus*: No se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 3554,499; valor de $p = 0.7443$), incluso después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones (T cuadrada = 0.0600), (tabla 20). Esto se debe a que el ajuste de la distancia de *Mahalanobis* en el AVC “T cuadrada”, ocurre entre más de dos grupos, mientras que en el de discriminantes sólo entre dos, esto sumado a la falta de normalidad de las muestras explica la falta de diferencia significativa.

La figura 33 presenta la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. lentiginosus* en comparación con *R. leucorhynchus* presentó el disco pectoral más angosto (par de puntos 9-18) y largo (pares de puntos 3-23, 4-23, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27), con una menor distancia entre éstos en la parte media de su longitud (pares de puntos 21-25 y 20-26) y una reducción en la separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y la axila pectoral (pares de puntos 10-28 y 1-28), (Tabla 26).

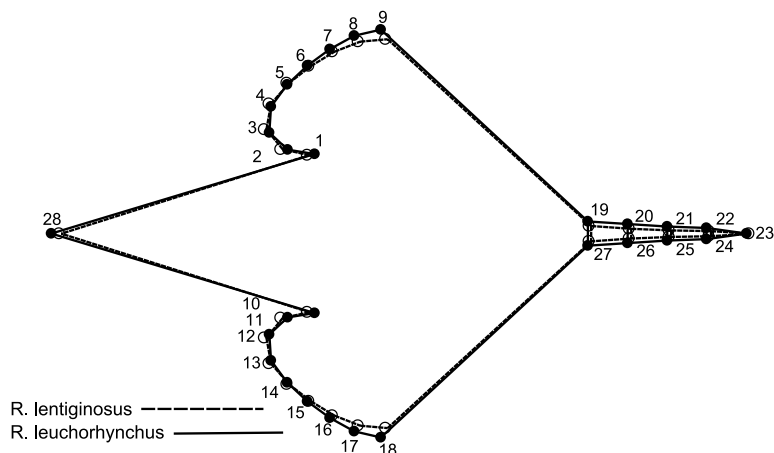


Figura 33. Comparación entre las formas consenso de *R. lentiginosus* – *R. leucorhynchus*.

Tabla 26. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. leucorhynchus</i>
Pp 9-18	39.313	40.41
Pp 23-3 y 23-4	50.247	48.75
Pp 9-19 y 18-27	27.863	28.032
Pp 1-28 y 10-28	25.999	27.428
Pp 20-26 y 21-25	0.9309	1.648
Pp 19-23 y 27-23	16.22	15.808

R. lentiginosus – *R. prahli*: No encontraron diferencias significativas estas dos especies (T cuadrada = 5971,087; valor de p = 0.5292), sin embargo después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones la tendencia cambio (T cuadrada = 0.0030), (tabla 20), esto se debe al reducido número de individuos, problema que se ve en parte solucionado por las permutaciones.

En la figura 34, se observa la comparación entre las formas consenso de estas dos especies. *R. lentiginosus* en comparación con *R. prahli* presentó el disco pectoral más angosto (par de puntos 9-18) y corto (pares de puntos 3-23, 4-23, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y una menor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 10-28 y 1-28).

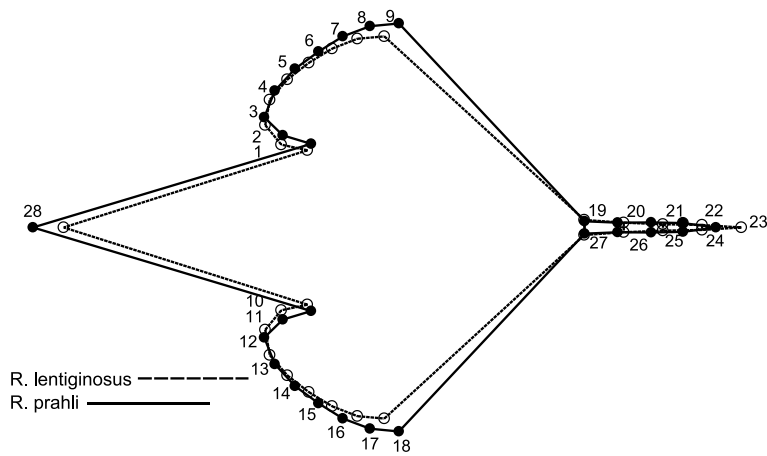


Figura 34. Comparación entre las formas consenso de *R. lentiginosus* – *R. prahli*.

Tabla 27. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.

Función discriminante			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. prahli</i>	Total
<i>R. lentiginosus</i>	17	0	17
	100%	0%	100%
<i>R. prahli</i>	0	3	3
	0%	100%	100%
Validación cruzada			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. prahli</i>	Total
<i>R. lentiginosus</i>	17	0	17
	100%	0%	100%
<i>R. prahli</i>	1	2	3
	33%	67%	100%

R. lentiginosus – *R. productus*: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas especies (T cuadrada = 3194,936; valor de p = <.0001), incluso después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones la tendencia no cambio (T cuadrada =<.0001), (tabla 20).

En la figura 35 se muestran la comparación entre las formas consenso de estas especies, *R. lentiginosus* en comparación *R. productus* presentó un disco pectoral más angosto (par de puntos 9-18) y largo en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19- 23 y 27-23), con una mayor distancia entre ellos en la parte media (pares de puntos 21-25 y 22-24) mientras que en la parte posterior ésta se reduce (par de puntos 19-27) y una mayor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28), (tabla 28).

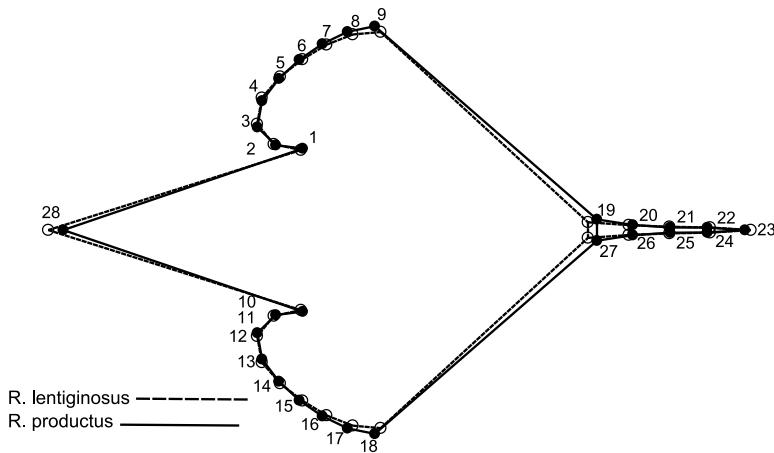


Figura 35. Comparación entre las formas consenso de *R. lentiginosus* – *R. productus*.

R. lentiginosus – *Rhinobatos* sp: No se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 5537.317; valor de p = 0.5706), sin embargo después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones la tendencia cambio (T cuadrada = 0.0240), (tabla 20). Esto se puede atribuir al número de individuos y a los puntos seleccionados, la primera parte del problema que se ve solucionada por las permutaciones.

La figura 36 se presenta la comparación de las formas consenso de estas dos especies, *R. lentiginosus* en comparación *Rhinobatos* sp. presentó un disco pectoral más angosto (pares de puntos 9-18, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y con una menor distancia entre ellos en la base y en la parte media de su longitud (pares de puntos 19-27, 20-26 y 21-25), (tabla 29).

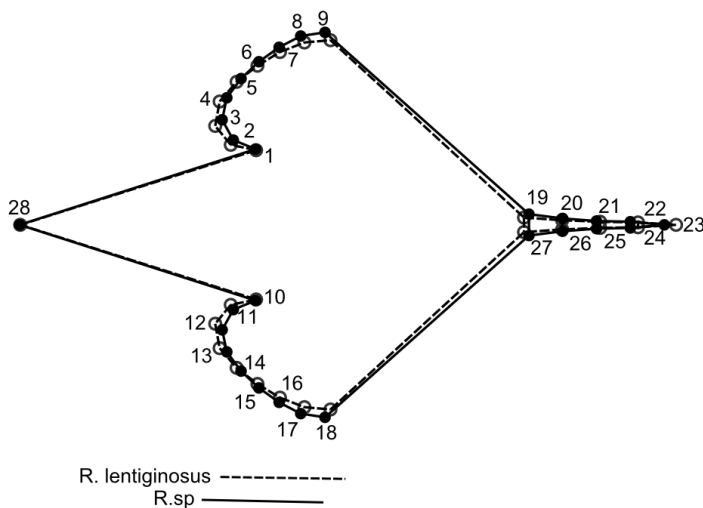


Figura 36. Comparación entre las formas consenso de *R. lentiginosus* – *Rhinobatos* sp.

Tabla 28. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. productus</i>
Pp 9-18	39.313	41.410
Pp 9-19 y 18-27	27.863	29.944
Pp 1-28 y 10-28	25.999	24.978
Pp. 20-26 y 21-25	0.9309	0.794
Pp 19-27	1.71422	2.294
Pp 19-23 y 27-23	16.220	15.204

Tabla 29. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. lentiginosus</i>	<i>Rhinobatos</i> sp.
Pp 9-18	39.313	40.980
Pp 23-4 y 23-3	50.247	48.616
Pp 9-19 y 18-27	27.863	29.150
Pp 20-26 y 21-25	0.9309	1.092
Pp 19-27	1.71422	2.279
Pp 19-23 y 23-27	16.220	14.441

R. leucorhynchus – *R. prahli*: No se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 542,724; valor de p = 0.6909), incluso después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones la tendencia no cambio (T cuadrada = 0.1250), (tabla 20). Esto se puede atribuir al reducido número de individuos en la muestra y a los puntos seleccionados, problema que se ve en parte solucionado por las permutaciones, por lo que se presenta una reducción en el valor de P, sin embargo al no incrementarse la diversidad de la forma el valor de P no cambia lo suficiente.

En la figura 37 se presenta la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. leucorhynchus* en comparación con *R. prahli* presentó un disco pectoral más angosto (par de puntos 9-18) y largo (pares de puntos 3-23, 4-23, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23y 23-27) y separados en la base y en la parte media de su longitud (pares de puntos 19-27, 20-26 y 21-25) y una menor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28).

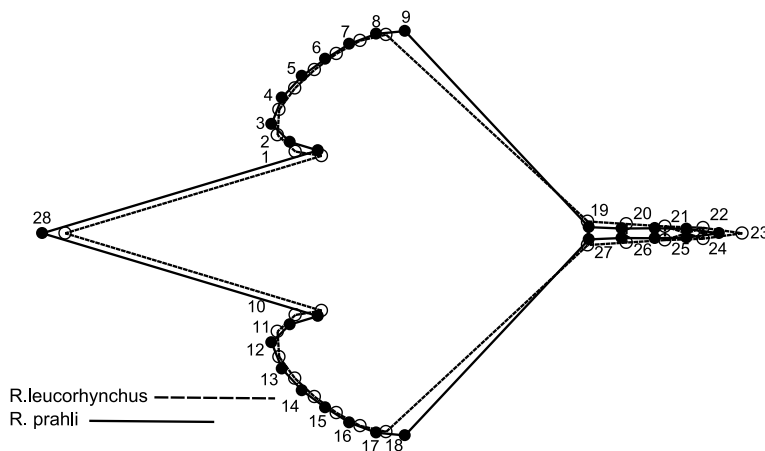


Figura 37. Comparación entre las formas consenso de *R. leucorhynchus* – *R. prahli*.

Tabla 30. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.

Función discriminante			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>R. prahli</i>	Total
<i>R. leucorhynchus</i>	7	0	7
	100%	0%	100%
<i>R. prahli</i>	0	3	3
	0%	100%	100%
Validación cruzada.			
Grupo	Afinidad.		
	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>R. prahli</i>	Total
<i>R. leucorhynchus</i>	5	2	7
	71%	29%	100%
<i>R. prahli</i>	3	0	3
	100%	0%	100%

R. leucorhynchus – *R. productus*: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 20844,811; valor de p = <.0001), incluso después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones esta tendencia no cambio (T cuadrada = <.0001), (tabla 20).

La Figura 38 muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. productus* en comparación con *R. leucorhynchus* presentó un disco pectoral más ancho (pares de puntos 9-18, 19-19 y 18-27) y largo (pares de puntos 23-4, 3-23, 9-19 y 18-7); cartílagos rostrales más cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27), con una menor separación entre ellos en la parte media de su longitud (pares de puntos 20-26 y 21-25) y una menor distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28), (tabla 31).

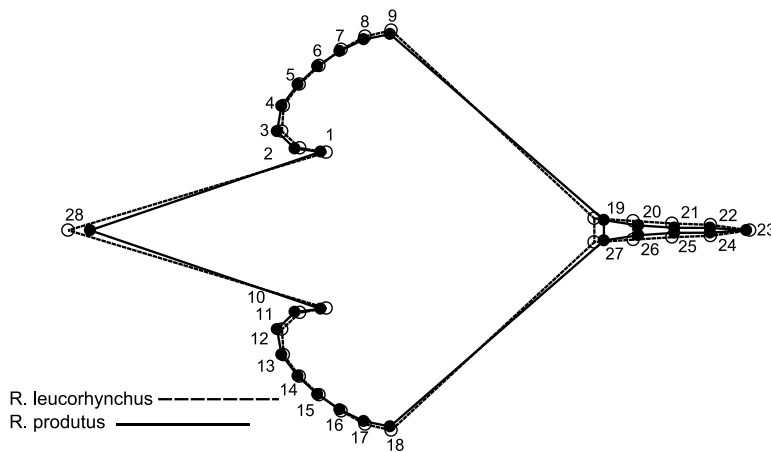


Figura 38. Comparación entre las formas consenso de *R. leucorhynchus*– *R. productus*.

Tabla 31. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>R. productus</i>
Pp 9-18	40.410	41.410
Pp 23-4 y 23-3	48.750	50.720
Pp 9-19 y 18-27	28.032	29.944
Pp 1-28 y 10-28	27.428	24.978
Pp 20-26 y 21-25	1.648	0.794
Pp 19-23 y 27-23	15.808	15.204

R. leucorhynchus – *Rhinobatos* sp.: No se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 1088,043; valor de p = 0.5894), sin embargo después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones esta tendencia cambio (T cuadrada =0.0110), (tabla 20). Estas dos especies se pueden separar mediante estos puntos, sin embargo el número el tamaño de la muestra es muy pequeño debido a esto se necesitan las permutaciones para obtener la diferencia.

En la figura 39 se muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. leucorhynchus* en comparación con *Rhinobatos* sp. presentó cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y separados (pares de puntos 20-26, 21-25 y 22-24) y una mayor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28), (tabla 32).

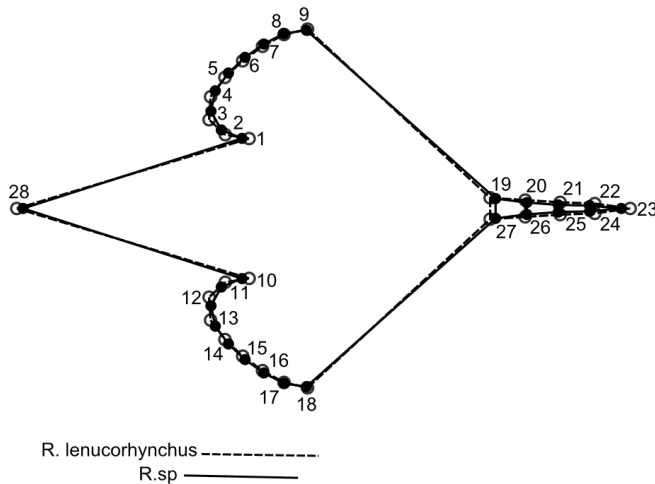


Figura 39. Comparación entre las formas consenso de *R. leucorhynchus* – *Rhinobatos* sp.

Tabla 32. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>Rhinobatos</i> sp.
Pp 28-1 y 28-10	27.428	26.353
Pp 21-25 y 22-26	1.648	1.092
Pp 27-23 y 27-19	15.808	14.441

R. prahli – *R. productus*: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada= 2840,5087; valor de p = 0.0022), incluso después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones esta tendencia se mantuvo (T cuadrada = 0.0040), (tabla 20). Estas dos especies se pueden separar mediante estos puntos, a pesar de los pocos individuos.

En la figura 40 se muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies. *R. prahli* en comparación con *R. productus* presentó un disco pectoral ancho (par de puntos 9-18); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27), con una reducción del surco entre ellos en la parte posterior (par de puntos 19-27) y una mayor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28).

Tabla 33. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.

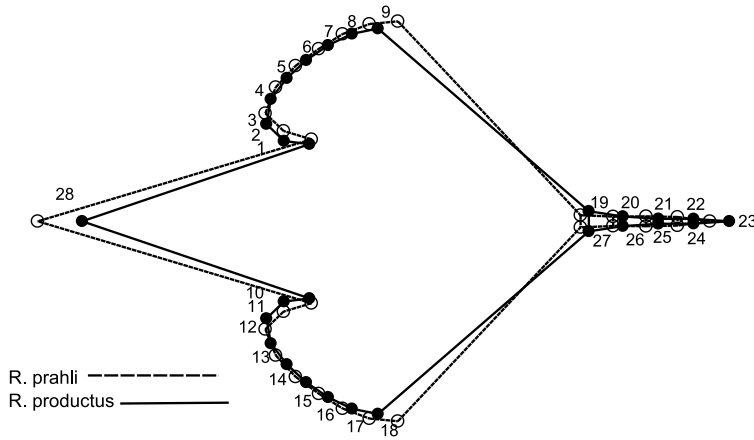


Figura 40. Comparación entre las formas consenso de *R. prahli* – *R. productus*.

Función discriminante			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. prahli</i>	<i>R. productus</i>	Total
<i>R. prahli</i>	3	0	3
	100%	0%	100%
<i>R. productus</i>	0	30	30
	0%	100%	100%
Validación cruzada			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. prahli</i>	<i>R. productus</i>	Total
<i>R. prahli</i>	2	1	3
	67%	33%	100%
<i>R. productus</i>	0	30	30
	0%	100%	100%

R. prahli – *Rhinobatos* sp: No se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada= 388.582; valor de p= 0.5411), sin embargo después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones esta tendencia cambio (T cuadrada=0.0120), (tabla 20). Estas dos especies se pueden diferenciar mediante estos puntos, sin embargo el tamaño de la muestra afecta los resultados por lo que son necesarias las permutaciones para obtener la diferencia.

En la figura 41 se presenta la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. prahli* en comparación con *Rhinobatos* sp. presentó un disco pectoral ancho (par de puntos 9-18) y largo (pares de hito 9-19, 18-27, 4-23 y 3-23); cartílagos rostrales largos (pares de puntos 19-23 y 23-27), con una menor distancia entre ellos en la parte posterior (par de puntos 19-27) y una mayor separación entre la inserción de la primera y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28).

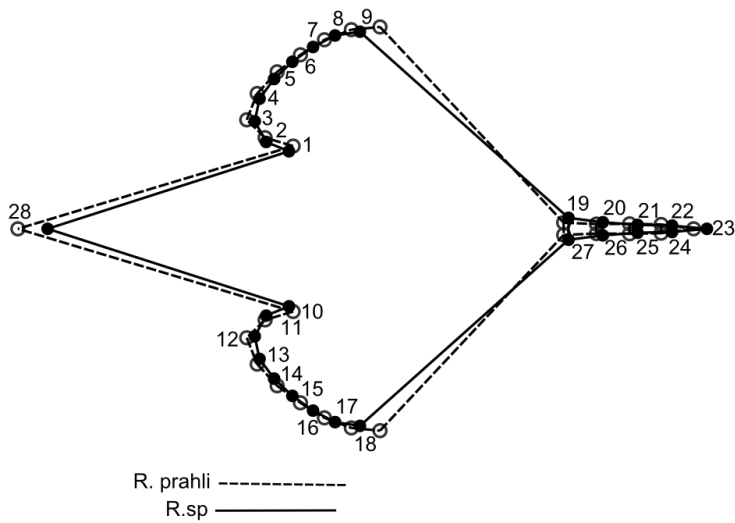


Figura 41. Comparación entre las formas consenso de *R. prahli* – *Rhinobatos* sp.

Tabla 34. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.

Función discriminante			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. prahli</i>	<i>Rhinobatos</i> sp.	Total
<i>R. prahli</i>	3	0	3
	100%	0%	100%
<i>Rhinobatos</i> sp.	0	4	4
	0%	100%	100%
Validación cruzada			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. prahli</i>	<i>Rhinobatos</i> sp.	Total
<i>R. prahli</i>	1	2	3
	33%	67%	100%
<i>Rhinobatos</i> sp.	0	4	4
	0%	100%	100%

R. productus – *Rhinobatos* sp.: Se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada= 2771.822; valor de p= 0.0221), incluso después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones esta tendencia no cambio (T cuadrada= 0.0270), (tabla 20). Las dos especies se pueden separar mediante estos puntos.

En la figura 42, se muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies, *R. productus* en comparación con *Rhinobatos* sp. presentó un disco pectoral más largo (pares de puntos 9-19, 18-27, 4-23 y 3-23); cartílagos rostrales más largos (pares de puntos 19-23 y 23-27), con una menor separación entre éstos en la parte intermedia (pares de puntos 20-26 y 21-25) y una mayor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28), (tabla 35).

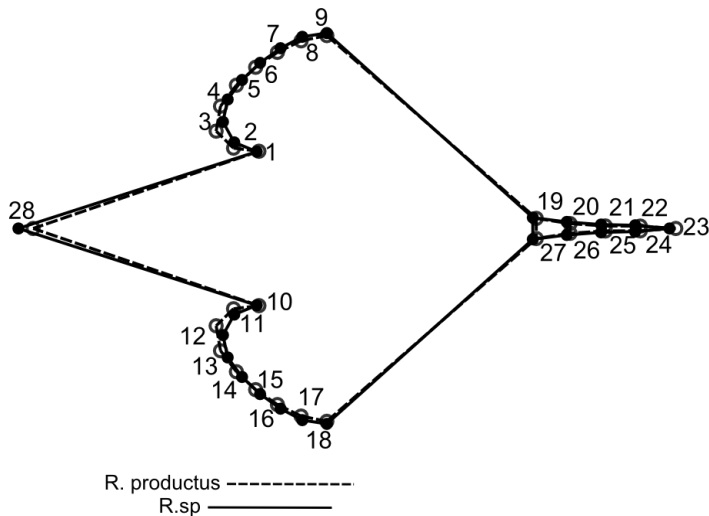


Figura 42. Comparación entre las formas consenso de *R. productus* – *Rhinobatos* sp.

Tabla 35. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	<i>Rhinobatos</i> sp.	<i>R. productus</i>
Pp 23-3 y 23-4	48.616	50.720
Pp 9-19 y 18-27	29.150	29.944
Pp 1-28 y 10-28	26.353	24.978
Pp 20-26 y 21-25	1.092	0.794
Pp 19-23-27-23	14.441	15.204

Mediante este análisis se corroboró la presencia de un núcleo de cinco especies, manejado en la bibliografía desde Castro-Aguirre (1965) y Castro-Aguirre y Espinosa (1996) compuesto por: *Rhinobatos glaucostigma*, *R. lentiginosus*, *R. leucorhynchus*, *R. productus* y *Zapteryx exasperata*. Se encontró un total de siete especies, considerando a *Rhinobatos* sp. cuyo registro no se presenta en 1965 y *R. prahli* cuyo registro se desconocía en 1965 y 1996 (tabla 6), si bien se tuvieron problemas en la separación de algunas especies, debido al bajo número de ejemplares y a la poca diversidad de cambios en los caracteres estudiados, el uso de permutaciones y la inclusión de caracteres cualitativos y geográficos facilitó su identificación y separación. Se decidió trabajar con dos grupos de interés que surgieron en la búsqueda de antecedentes; *R. productus* que podría estar compuesta por un conjunto de especies crípticas y *R. lentiginosus* en la que se encontraron cambios en la coloración de los organismos que podrían sugerir un evento similar.

La conclusión estadística obtenida tanto en el análisis geométrico como en el tradicional indicó que la variación de los caracteres seleccionados permite diferenciar a nivel de género y de especie como se puede ver en las tablas (19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 33), a partir de estos análisis tradicional y geométrico se obtuvieron diez caracteres que permiten la identificación de estas especies (tabla 36), a los cuales se les dará un valor numérico de porcentajes referidos a la (Ls) para ser utilizados en la clave dicotómica (tabla 37).

Tabla 36. Resultados de la prueba estadística Kruskal-Wallis, entre las especies del género *Rhinobatos*.

H0= La distribución de las medias es la misma las especies del género *Rhinobatos*.

Medida	Sig.
Rechazar hipótesis nula	
Distancia primera aleta dorsal-axila pectoral	0.01
Distancia entre el morro y la primera aleta dorsal	0.019
Distancia entre cartílagos rostrales parte posterior	0.001
Distancia entre aletas dorsales	0.017
Distancia entre cartílagos rostrales parte media	0
Longitud parte anterior del disco	0.003
Ángulo en la punta del hocico	0.024
Distancia entre la axila pélvica y la primer dorsal	0
Longitud de espiráculos	0.025
Distancia interocular	0
Mantener hipótesis nula	
Ancho de la cola	0.261
Ancho del disco a la altura de los ojos	0.741
Longitud del disco	0.155
Ancho del disco	0.074
Longitud cartílagos rostrales	0.064

Tabla 37. Medias de las mediadas utilizadas para separar a las especies del género *Rhinobatos*.

	Medición	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. leucorhynchus</i>	<i>Rhinobatos sp</i>	<i>R. glaucostigma</i>	<i>R.productus</i>
Ancho del disco	Fig. 2 puntos 9-18	39.31%	40.41%	40.98%	41.18%	41.41%
Largo del disco	Fig. 2 puntos 23-3 y 23-4	50.25%	48.75%	48.62%	49.59%	50.72%
Longitud parte anterior del disco	Fig. 2 puntos 9-19 y 18-27	27.86%	28.03%	29.15%	29.67%	29.94%
Distancia entre el morro y la primera aleta dorsal	Fig. 2 puntos 23-28	69.70%	68.88%	68.54%	68.66%	68.40%
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pectoral	Fig. 2 puntos 1-28 y 10-28	26.00%	27.43%	26.35%	25.96%	24.98%
Ancho del disco a la altura de los ojos	Fig. 3 puntos 22-17 y 21-20	27.17%	27.26%	28.91%	27.85%	28.24%
Surco entre cartílagos rostrales parte media	Fig. 2 puntos 21-25 y 20-26	0.93%	1.65%	1.09%	1.12%	0.79%
Surco entre cartílagos rostrales parte posterior	Fig. 2 puntos 19-27	1.71%	2.41%	2.28%	2.05%	2.29%
Longitud de los cartílagos rostrales	Fig. 2 puntos 19-23 y 27-23	16.22%	15.81%	14.44%	16.21%	15.20%
Ancho de la cola	Fig. 3 puntos 27-28	12.19%	11.50%	12.63%	11.93%	12.12%
Ángulo en la punta del hocico	Fig. 3 entre los puntos 23-18	68.216°	66.911°	67.792°	64.504°	64.788°
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pélvica	Fig. 3 puntos 28-8 y 27-8	15.06%	16.96%	16.74%	15.41%	14.14%
Longitud de espiráculo	Fig. 3 puntos 13-16 y 14-15	2.36%	2.74%	2.74%	3.02%	3.00%
Distancia interocular	Fig. 3 puntos 11-12	4.17%	4.76%	4.66%	4.40%	4.90%
Distancia entre espiráculos	Fig. 3 puntos 14-13	7.31%	7.89%	7.84%	7.75%	8.16%
Distancia entre aletas dorsales	Fig. 3 puntos 8-9	17.77%	18.24%	17.93%	18.61%	19.23%

Análisis del género *Zapteryx*

Se revisaron 12 ejemplares de *Z. exasperata* y 1 de *Z. xyster*, se utilizó la función discriminante pues sólo tienen dos especies, se utilizaron las curvas del disco pectoral y el ángulo de los cartílagos rostrales. No se realizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis debido al tamaño de muestra, sólo se expresaron en porcentajes algunas medidas en función de la longitud estándar (Ls).y se tomó el ángulo de la parte anterior del hocico con dirección a los ojos, para facilitar la identificación entre especies.

FUNCIÓN DISCRIMINANTE

No se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 0.05250935; valor de $p = 0.7693$) incluso después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones esta tendencia no cambio (T cuadrada = 0.3630) (tabla 38). A pesar de presentar formas muy distintas el reducido número de individuos con los que se contó para este estudio dificultó la obtención de diferencias, en este caso las permutaciones no ayudaron pues sólo se contó con un ejemplar de *Z. xyster*.

La figura 43 se muestra la comparación entre las formas consenso de estas dos especies; *Z. exasperata* en comparación con *Z. xyster* presentó el disco pectoral ancho (pares de puntos 9-18) y largo en la parte (pares de puntos 9-19, 18-27, 4-23 y 3-23); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27) y una menor separación entre la axial pectoral y la inserción de la primera aleta dorsal (pares de puntos 1-28 y 10-28).

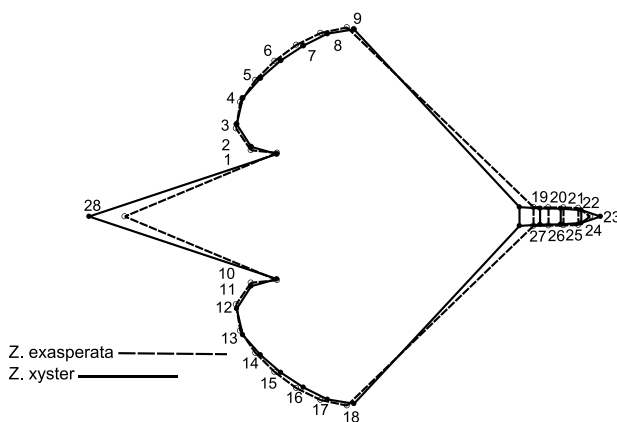


Figura 43. Comparación entre las formas consenso de *Z. exasperata* – *Z. xyster*.

Tabla 38. Resultados del análisis de discriminantes.

Diferencia entre medias	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0.05250935
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	9.0241
T-cuadrada	75.1705
Valor de p (paramétrico)	0.7693
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0.263
T-cuadrada	0.363
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0.249
T-cuadrada	0.345

Las conclusiones estadísticas obtenidas tanto en el análisis geométrico como en el tradicional indicó que estas especies no se pueden diferenciar por la forma sin embargo el reducido tamaño de muestra en *Z. xyster*, afecta este resultado por lo que no se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, pero se presenta una comparación de los caracteres en porcentajes referidos a la Ls para ser utilizados en la clave dicotómica (tabla 39).

Tabla 39. Medias de las mediadas utilizadas para separar a las especies del género *Zapteryx*.

Medición	Medición	<i>Z. xyster</i>	<i>Z. exasperata</i>
Ancho del disco	Fig. 2 puntos 9-18	52.63%	59.92%
Largo del disco	Fig. 2 puntos 23-3 y 23-4	53.10%	58.01%
Longitud parte anterior del disco	Fig. 2 puntos 9-19 y 18-27	33.49%	41.45%
Distancia entre el morro y la primera aleta dorsal	Fig. 2 puntos 23-28	72.01%	73.72%
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pectoral	Fig. 2 puntos 1-28 y 10-28	28.79%	26.33%
Ancho del disco a la altura de los ojos	Fig. 3 puntos 22-17 y 21-20	34.29%	44.00%
Surco entre cartílagos rostrales parte media	Fig. 2 puntos 21-25 y 20-26	2.24%	2.84%
Surco entre cartílagos rostrales parte posterior	Fig. 2 puntos 19-27	2.64%	2.95%
Longitud de los cartílagos rostrales	Fig. 2 puntos 19-23 y 27-23	11.42%	9.03%
Ancho de la cola	Fig. 3 puntos 27-28	7.53%	8.57%
Ángulo en la punta del hocico	Fig. 3 entre los puntos 23-18	85.06°	115.565°
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pélvica	Fig. 3 puntos 28-8 y 27-8	16.74%	13.60%
Longitud de espiráculo	Fig. 3 puntos 13-16 y 14-15	2.62%	3.16%
Distancia interocular	Fig. 3 puntos 11-12	4.90%	5.04%
Distancia entre espiráculos	Fig. 3 puntos 14-13	8.16%	10.53%
Distancia entre las aletas dorsales	Fig. 3 puntos 8-9	17.36%	15.28%

Análisis para grupos problemáticos

Se utilizaron las especies que no se pudieron diferenciar en el análisis al interior del género *Rhinobatos* y que por el manejo personal de los ejemplares permitieron que se trabajarlas con otra configuración de puntos (figura 3), tratando de encontrar resultados distintos.

Se realizó un análisis de función discriminante, para encontrar las diferencias entre los pares, se revisaron 17 ejemplares de *R. lentiginosus* y 7 de *R. leucorhynchus*.

FUNCIÓN DISCRIMINANTE

En el análisis de función discriminante no se obtuvieron diferencias significativas entre estas dos especies (T cuadrada = 0.02357136; valor de p = 0.3400), sin embargo después de realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones esta tendencia cambio (T cuadrada = 0.0030), (tabla 40). Estas dos especies se pueden separar mediante estos puntos, sin embargo el tamaño de la muestra dificulta la obtención de diferencias, por lo que son necesarias las permutaciones.

En la figura 44 se muestra la comparación entre las formas consenso de las dos especies, *R. lentiginosus* en comparación con *R. leucorhynchus*, presentó el disco pectoral más angosto (pares de puntos 2-3) y una mayor separación entre las dos axilas pélvicas y pectorales (pares de puntos 6-7 y 28-29). Este último carácter se ve afectado por el dimorfismo sexual, por lo que se debe de manejar con cuidado, a pesar de ello en la tabla 41, se obtuvo 100% de los individuos correctamente reclasificados, lo cual respaldó los resultados obtenidos en la tabla 40.

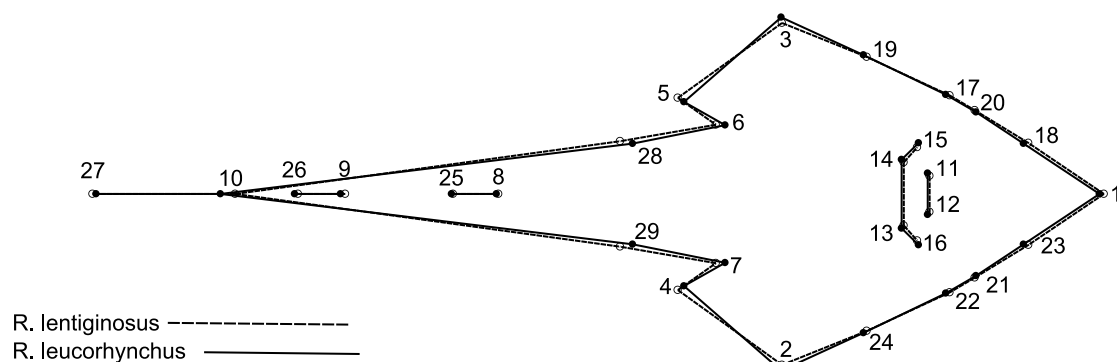


Figura 44. Comparación entre las formas consenso de *R. lentiginosus* – *R. leucorhynchus*.

Tabla 40. Resultados del análisis de discriminantes.

Diferencia entre medias	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0.02356833
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	22.158
T-cuadrada	2434.4287
Valor de p (paramétrico)	0.34
Valores de p para las permutaciones (1,000)	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0.181
T-cuadrada	0.003
Valores de p para las permutaciones (2,000)	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0.1765
T-cuadrada	0.009

Tabla 41. Clasificación de los grupos de acuerdo a la afinidad de su forma.

Función discriminante			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. leucorhynchus</i>	Total
<i>R. lentiginosus</i>	13	0	13
	100%	0%	100%
<i>R. leucorhynchus</i>	0	7	7
	0%	100%	100%
Validación cruzada			
Grupo	Afinidad		
	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. leucorhynchus</i>	Total
<i>R. lentiginosus</i>	13	0	13
	100%	0%	100%
<i>R. leucorhynchus</i>	0	7	7
	0%	100%	100%

Análisis al interior de *Rhinobatos productus*

Con el precedente de Sandoval-Castillo *et al.* (2004) se analizaron un total de 35 ejemplares de *Rhinobatos productus*, colectados en diferentes partes del Golfo de California, en donde la variable clasificatoria fue la localidad y estuvo en función de las regiones biogeográficas

propuestas por Roden y Emilsson (1980), (tabla 42), una vez agrupados los individuos, se realizó un ACP, AVC y un análisis de función discriminante con las curvas del disco pectoral y de los cartílagos rostrales. Mediante la prueba estadística de Kruskal-Wallis para muestras independientes con una significancia de 0.05, se buscó comprobar las agrupaciones obtenidas mediante, estos análisis, se seleccionaron y se contrastaron las medidas que discriminaron a los grupos para llevar a cabo este estadístico y para evitar variaciones por el tamaño de los organismos las medidas se expresaron en porcentajes que estuvieron en función de la Longitud estándar (Ls). Se tomó también el ángulo de la parte anterior del hocico con dirección a los ojos.

La comparación de los cambios en la forma observados tanto en el ACP (figuras 47, 48 y 50) como en el AVC (figuras 52 a 56) y la comparación entre las formas consenso del análisis de función discriminante se presentan mediante las rejillas deformación y los diagramas de entrelineado.

Tabla 42. Grupos en los que se dividieron los 35 ejemplares de *Rhinobatos productus*.

Grupos	Poblaciones	Número de individuos
1	norte	9
2	sur	6
3	externa	7
4	centro	10

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Se obtuvieron un total de 26 valores principales, de los cuales sólo tres primeros, superan el 5 % de la variación de la población y sumados abarcan el 85 % de la variación (tabla 43), (Anexo III).

Tabla 43. Resultados obtenidos en el ACP.

CP	Eigenvalores	Variación (%)	Acumulativa (%)
1	0.00075700	57.379	57.379
2	0.00023808	18.046	75.425
3	0.00014249	10.801	86.226

La figura 45 muestra el comportamiento de los puntos en los CP1 y CP2. En el primer componente principal equivalió al 57% de la variación (tabla 43), en él se presentaron tres agrupaciones en las unidades de escala -0.04, 0.02 y 0.04. El segundo componente explicó el 18% de la variación (tabla 43), en él se formaron tres grupos, en las unidades de escala -0.02, 0 y 0.02.

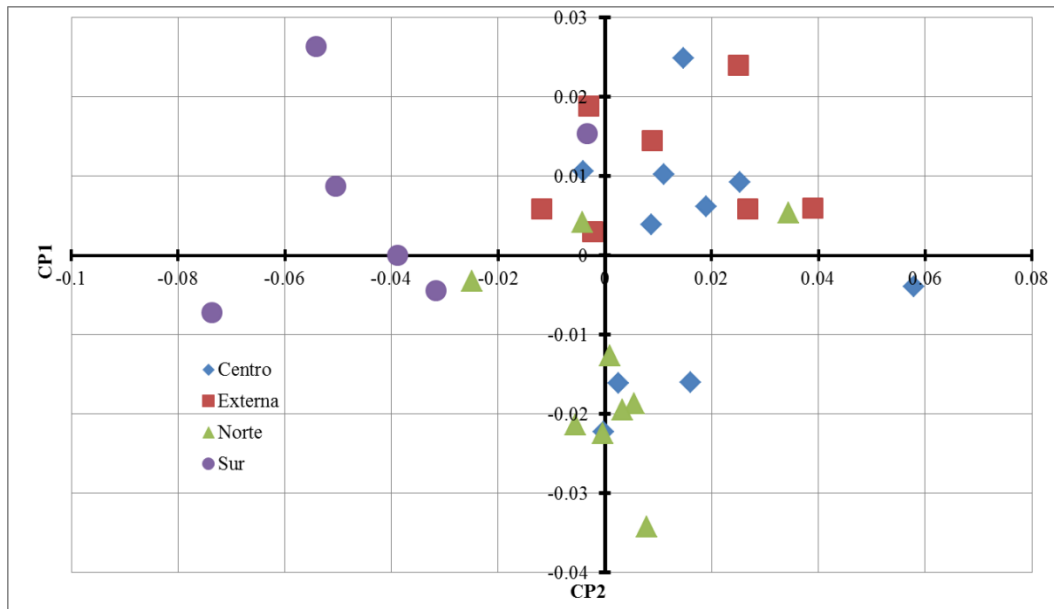


Figura 45. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP (CP1 vs CP2).

En la figura 46, se presentan los cambios en la forma, en el intervalo de unidades de escala 0.04 y -0.04 del CP1, a la parte negativa del componente tienden individuos que en comparación con la forma consenso presentaron discos pectorales anchos (pares de puntos 9-18); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 27-23); con una mayor distancia entre el origen de la primera aleta dorsal y la axila pectoral (puntos 1-28 y 10-28). En la parte positiva del eje en las unidades de escala 0.02 y 0.04 se agruparon individuos que presentaron discos pectorales angostos (pares de puntos 9-18); cartílagos rostrales largos (pares de puntos 19-23 y 27-23); con una menor distancia entre el origen de la primera aleta dorsal y la axila pectoral (puntos 1-28 y 10-28), los organismos que tienden al 0 presentan formas similares al consenso.

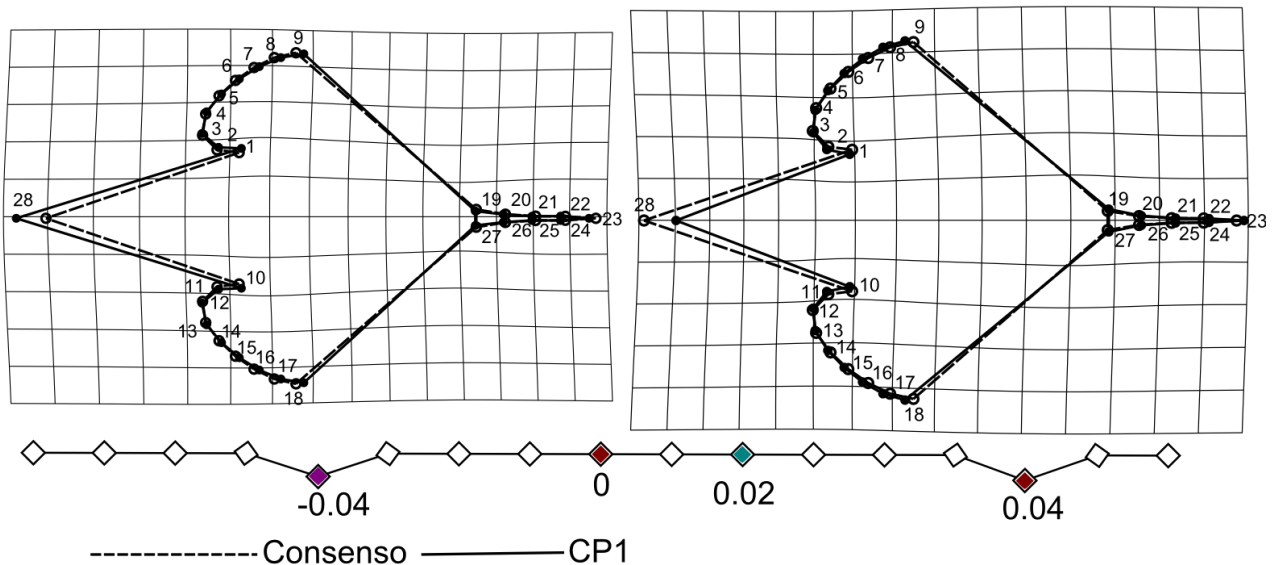


Figura 46. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el ACP a una escala de

-0.05 y 0.05 del CP1.

En la figura 47 se muestran los cambios en la forma en el intervalo de unidades de escala 0.05 y -0.05 CP2, a la parte negativa del componente (-0.02), tienden organismos que en comparación con la forma consenso presentaron cartílagos rostrales largos (pares de puntos 19-23 y 27-23) los puntos 19 y 27 que se recorren hacia atrás, mientras que el hito 23 se recorre en dirección contraria. En la parte positiva (0.02) encontramos individuos con cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 27-23) los puntos 19 y 27 que se recorren hacia delante, mientras que el hito 23 se recorre en dirección contraria, al 0 tienden organismos con formas similares al consenso.

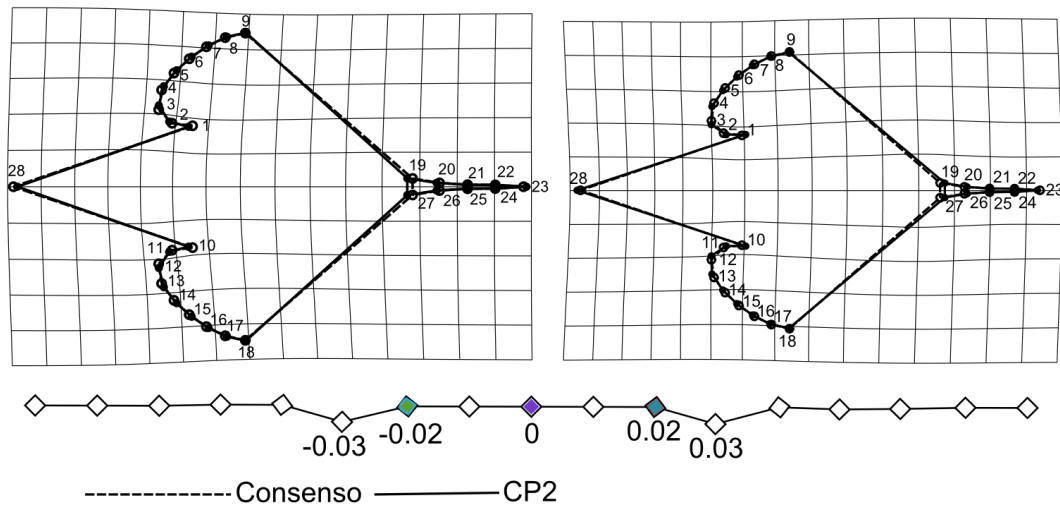


Figura 47. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el ACP en las unidades de escala -0.05 y 0.05 del CP2.

En la figura 48 se presentan las tendencias de los organismos bajo el CP3 que abarcó casi el 11% de la variación de la muestra (tabla 43), en él se observan dos tendencias en los datos, la primera en la unidad de escala de 0.01 y la segunda en el 0.

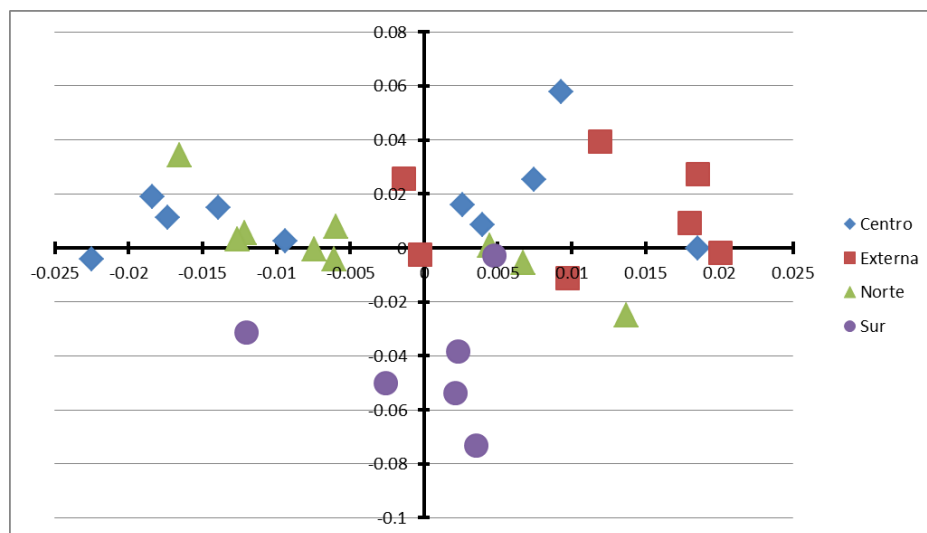


Figura 48. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP (CP3 vs CP1).

La figura 49 muestra los cambios en la forma en el intervalo de unidades de escala-0.025 y 0.025 del CP3 a la parte positiva del componente (0.01), tienden individuos que en comparación con la forma consenso presentaron discos pectorales largos (pares de puntos 4-23 y 3-23) y anchos (pares de puntos 9-18, 9-19 y 18-28); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-27 y punto 23), con un incremento en la distancia entre éstos en la base (pares de puntos 19-27) y una reducción en la distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28). Mientras que a la parte negativa del componente(-0.01)tienden individuos con discos pectorales cortos (pares de puntos 4-23 y 4-23) y anchos (pares de puntos 9-18, 9-19 y 18-28); cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 23-27), con un incremento en la distancia entre éstos en la base (pares de puntos 19-27) y una reducción en la distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (pares de puntos 1-28 y 10-28). En el 0 presentaron formas similares al conceso.

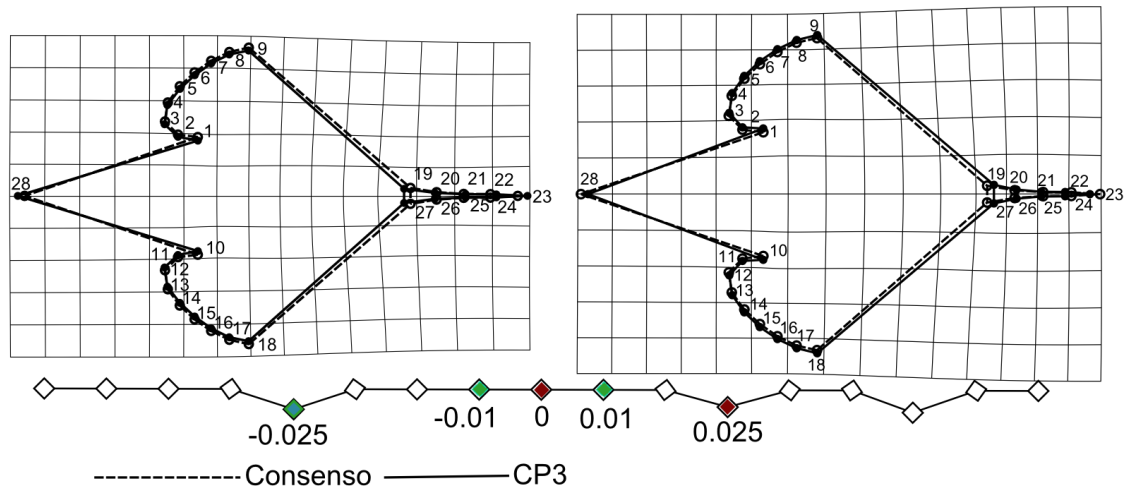


Figura 49. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el ACP en las unidades de escala de -0.03 y 0.03 del CP3.

ANÁLISIS CANÓNICO DE VARIABLES (AVC)

Se obtuvieron tres eigenvalores, sumados abarcan el 100 % (tabla 44), (Anexo III).

Tabla 44. Resultados obtenidos a partir del AVC.

VC	Eigenvalores	Variación %	Acumulada %
1	40.60235156	74.22	74.22
2	9.57400076	17.501	91.721
3	4.52891782	8.279	100

En la figura 50 se muestran los grupos que se forman en la VC1 y VC2. La VC1 comprende aproximadamente el 74% de la variación de la muestra (tabla 44), presentó cuatro agrupaciones, la primera en la escala 8, la segunda en 3, la tercera en 0 y la cuarta en 10.

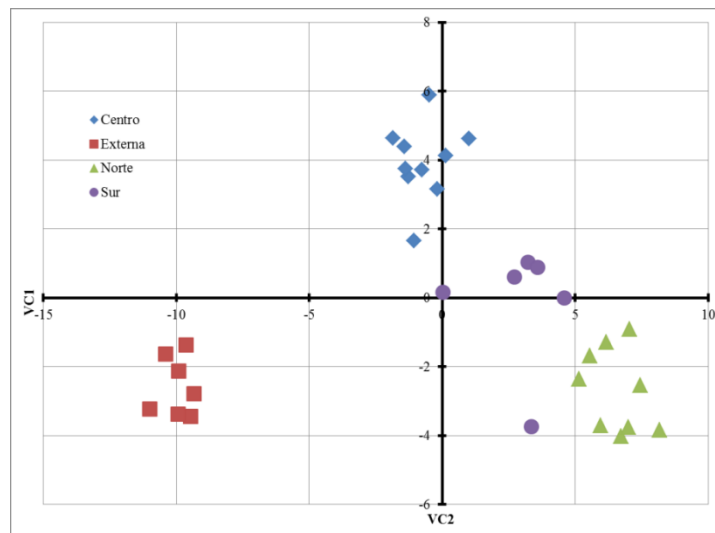


Figura 50. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el AVC: VC1 vs VC2.

La VC2 representa el 17 % de la variación (tabla 44), en ella se presentaron tres agrupaciones; la primera en la escala 4, la segunda en 0 y la tercera en -4.

En la figura 51 se presentan los cambios en la formas encontradas en el intervalo de unidades de escala 10 y -10 de la VC1, el primer grupo de la variables se encontró a 8 unidades de escala de la variable y corresponde a la población norte que comparación con la forma consenso presentó cartílagos rostrales largos (pares de puntos 19-23 y 23-27); un disco pectoral más angosto en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27) y una mayor separación entre la primera aleta dorsal y la axilas pectorales (hito 1-28 y 10-28).

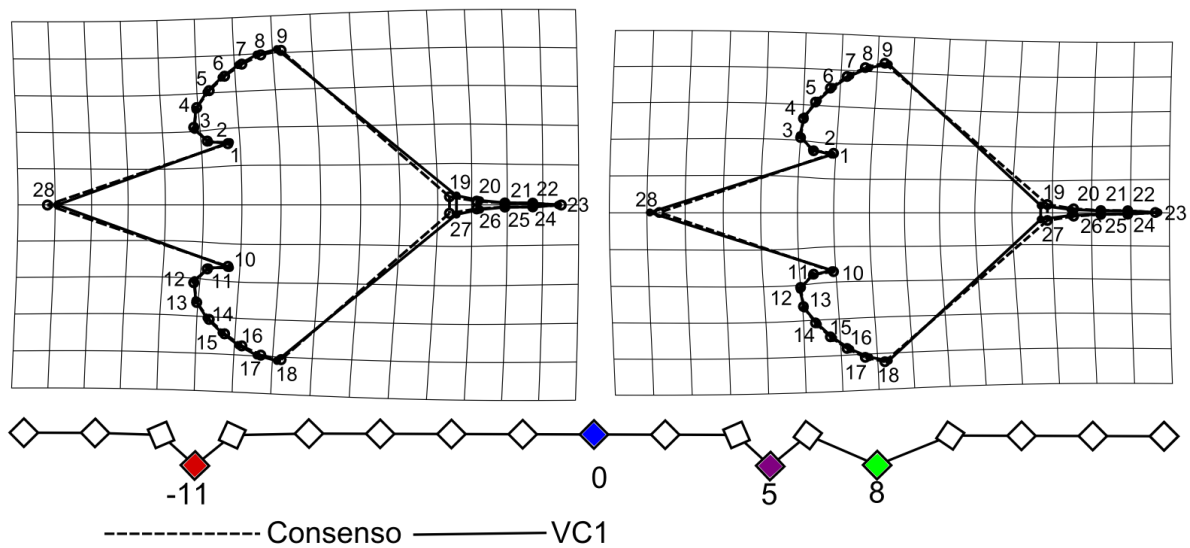


Figura 51. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC en las unidades de escala de -10 y 10 del VC1.

La segunda agrupación de la variable se presentó a 3 unidades de escala, en esta región de la variable encontramos a la población sur que mostró deformaciones similares a las explicadas en la población norte pero de menor escala. La tercera agrupación se encontró a -10 unidades de escala, y en ella encontramos a la población externa, que comparada con la forma consenso presento un disco pectoral más ancho en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y 18-27) y corto (pares de hitos 13-4, 12-3 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales más cortos (puntos 19-23 y 23-27) y una reducción en la distancia entre la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (puntos 1-28 y 10-28). La población centro tiende al 0 de la variable por lo que su forma es muy similar a la consenso.

La figura 52 muestra los cambios en la forma en el intervalo de unidades de escala 5 y -5 del VC2, el primer grupo se presentó en 4 unidades de escala, y corresponde a la población centro

que en comparación con el consenso presentó un disco pectoral ligeramente más corto en la parte posterior (pares de puntos 4-23 y 3-23) y angosto (par de puntos 9-18); cartílagos rostrales un poco más largos (puntos 19-23 y 23-27), el espacio entre éstos se reduce en la parte media (pares de puntos 20-26, 21-25 y 22-24) y una mayor separación entre la primera aleta dorsal y la axila pectoral (pares de puntos 1-28 y 10-28).

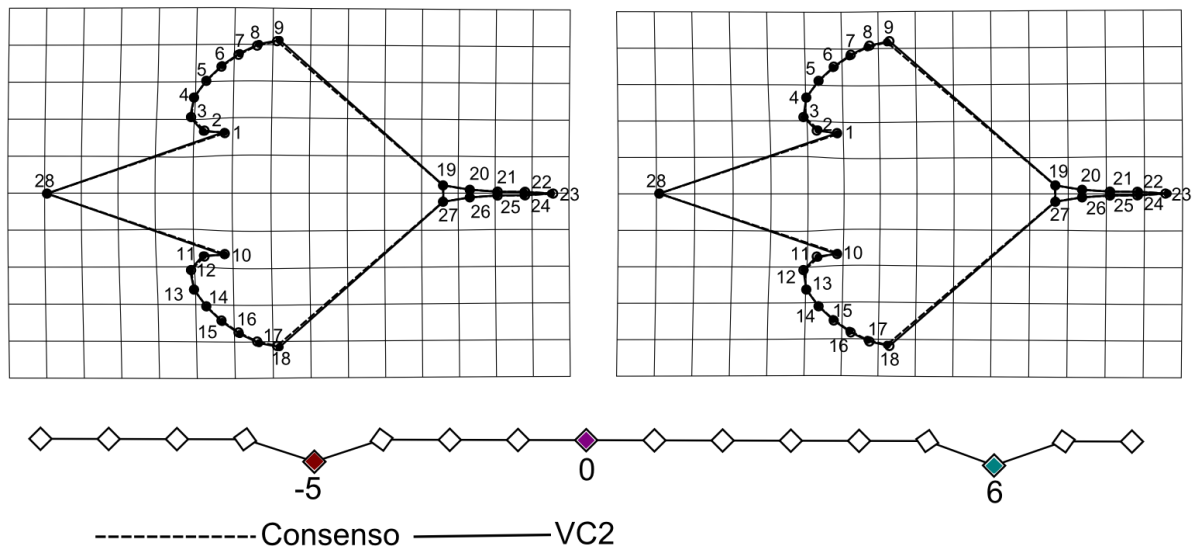


Figura 52. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC a una escala de 4 del VC2.

La segunda agrupación del VC2 se presentó a -4 unidades de escala, esta variable agrupo a las poblaciones norte y externa que en comparación con el consenso presentaron un disco pectoral más largo en la parte posterior (pares de puntos 3-23 y 4-23) y más ancho (pares de puntos 9-18, 9-19 y 18-27); cartílagos rostrales ligeramente cortos (puntos 19-23 y 23-27) y el espacio entre éstos aumenta en la parte media y posterior (pares de puntos 19-27, 20-26 y 21-25) y una menor separación entre la primera aleta dorsal y la axila pectoral (pares de puntos 1-28 y 10-28). La tercera agrupación de datos de la segunda variable se presentó cerca del cero con una ligera desviación hacia la parte positiva de la variable, ésta agrupo, a individuos de la población del sur que presentaron una forma parecida a la configuración consenso, con cambios similares a los de la población centro pero en menor escala.

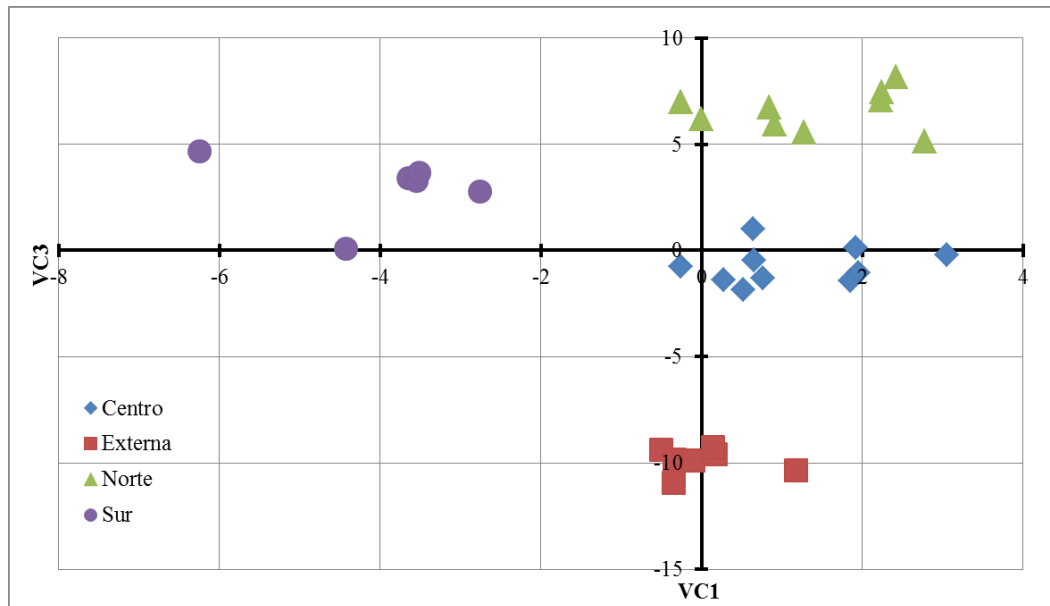


Figura 53. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el AVC: VC1 vs VC3.

En la figura 53 se muestran los grupos que se forman en la VC3 y VC1. La VC3 comprende aproximadamente el 8% de la variación de la muestra (tabla 44), presentándose agrupaciones, la primera en la unidad de escala -4 y la segunda en 0 y 2.

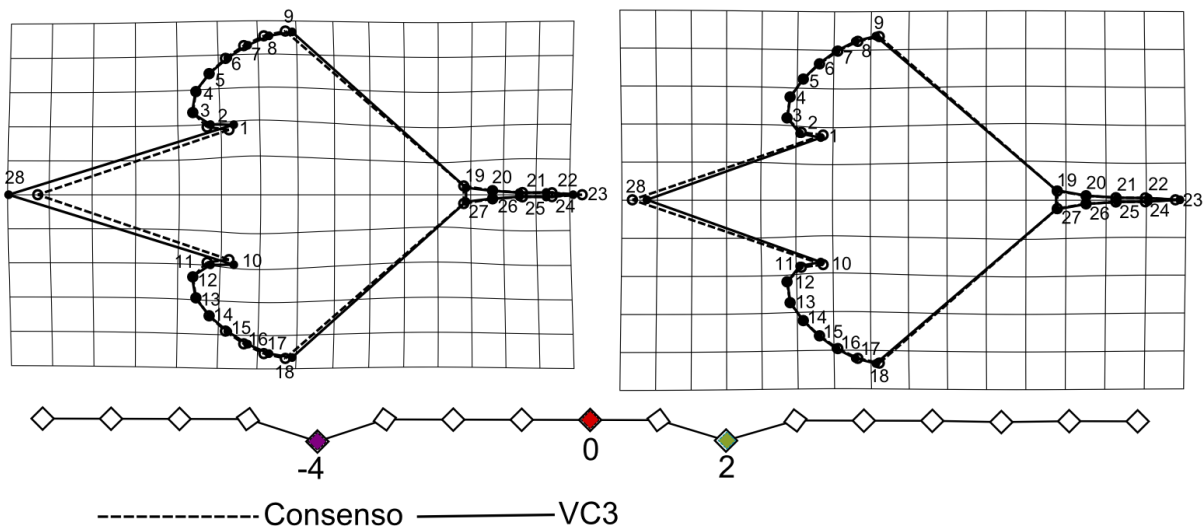


Figura 54. Diagramas de entramado y rejillas de deformación obtenida mediante el AVC a una escala de -4 y 2 del VC3.

La figura 54 muestra los cambios en la forma en el intervalo de unidades de escala 2 y -4 del VC3, el primer grupo se presentó en -4 unidades de escala, y corresponde a la población sur que en comparación con el consenso presentó un disco un pectoral ligeramente más corto en la parte posterior (pares de puntos 9-18 y 8-17) y angosto (pares de puntos 9-18); cartílagos rostrales cortos (puntos 19-23 y 23-27), el espacio entre éstos se reduce en la parte media (pares de puntos

20-26, 21-25 y 22-24) y una mayor separación entre la primera aleta dorsal y la axila pectoral (pares de puntos 1-28 y 10-28). En la parte positiva de la variable se agruparon las poblaciones centro y norte que presentaron cambios en dirección contraria y de menor magnitud, mientras que el 0 se agrupo la población externa que presento un forma parecida al consenso.

PRUEBAS DE ANÁLISIS PAREADO

Se utilizaron las distancias de *Mahalanobis* y de *Procrustes*, con permutaciones para probar la integridad de los grupos, en todos los casos la conclusión estadística coincide, se obtienen diferencia significativa es decir valores de $p = < 0.05$ (Tabla 45 y 46).

Tabla 45. Distancias de *Mahalanobis* entre grupos parte superior y en la parte inferior los valores de P con 1000 permutaciones.

	centro	externa	norte
externa	11.3334		
	<.0001		
norte	9.8671	16.5644	
	<.0001	<.0001	
sur	7.2239	13.8248	7.224
	0.0003	0.0003	<.0001

Tabla 46. Distancias de *Procrustes* entre grupos parte superior y en la parte inferior los valores de P con 1000 permutaciones.

	centro	externa	norte
externa	0.0198		
	0.0952		
norte	0.0218	0.0309	
	0.0227	0.0005	
sur	0.0575	0.0553	0.0486
	<.0001	0.0009	0.0002

FUNCIÓN DISCRIMINANTE

Tabla 47. Resultados del análisis de discriminantes con 1,000 y 2,000 permutaciones.

D/P	Distancia <i>Procrustes</i>	Diferencias entre medias				Valores de p con permutaciones (1,000)		Valores de p con permutaciones (2,000)	
	Distancia de <i>Mahalanobis</i>					D/p	T-cuadrada	D/p	T-cuadrada
DM									
Combinación		D/p	DM	T-cuadrada	Valor de p	D/p	T-cuadrada	D/p	T-cuadrada
centro-externa		0.0198	5.7274	135.0717	0.7836	0.0970	0.0410	0.0900	0.0270
centro-norte		0.0218	3.5229	58.7870	0.9595	0.0250	0.5500	0.0245	0.5705
centro-sur		0.0575	4.9468	91.7656	0.8340	<.0001	0.0280	<.0001	0.0175
externa-norte		0.0309	6.5242	167.6019	0.7022	0.0010	0.0070	0.0005	0.0055
externa-sur		0.0553	7.6220	187.6889	0.5610	0.0020	0.0070	0.0015	0.0045
norte-sur		0.0486	6.8806	170.4339	0.6625	<.0001	0.0320	<.0001	0.0415

Externa- norte: No se observa diferencia significativa entre los grupos (T cuadrada =167,6019; valor de $p = 0.7022$), sin embargo después de 1,000 y 2,000 la tendencia entre estos dos grupos cambia y se obtiene diferencia significativa, (T cuadrada = 0.0070; T cuadrada = 0.0055), (tabla 77).

En la figura 55 se muestra la contraposición de las formas consenso de estas dos poblaciones, el Norte en comparación con la externa presento un disco pectoral más corto (pares de puntos 3-23, 4-23, 9-19 y 18-27) y angosto en la parte anterior (pares de puntos 9-19 y -18-27); cartílagos rostrales más largos (puntos 19-23 y 27-23) y menos separados el espacio entre éstos se reduce (puntos 20 -26), (tabla 48).

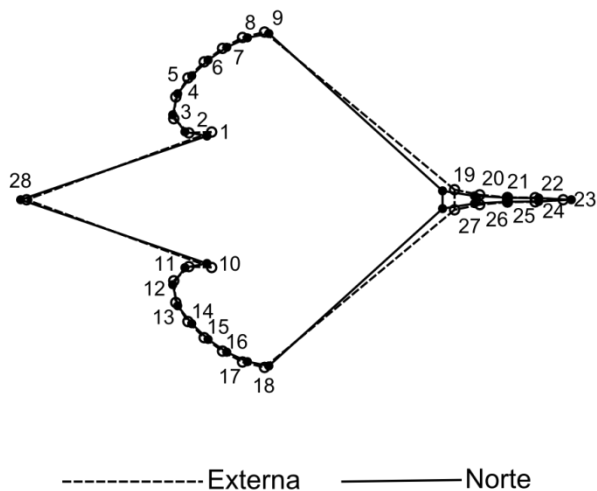


Tabla 48. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	norte	externa
Pp 12-3 y 13-4	51.521	50.796
Pp 9-19 y 18-27	29.288	31.508
Pp 21-25 y 20-26	0.763	0.916
Pp 19-23 y 27-23	16.677	13.99

Figura 55. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones externa y norte.

Externa – sur: No se obtiene diferencias significativas entre los grupos (T cuadrada = 187,6889; valor de $p = 0.5610$) sin embargo después de 1,000 y 2,000 permutaciones la relación entre estos grupos cambia y se obtiene diferencias significativas (T cuadrada = 0.0020; T cuadrada = 0.0045) (tabla 47).

En la figura 56 se muestra la comparación de las formas consenso de estas dos poblaciones, el sur presento un disco angosto y corto en la parte anterior (puntos 19-27 y 18-27), los cartílagos rostrales largos (puntos 19-23 y 27-23), con una reducción en el espacio entre éstos en la parte posterior (puntos 19-27) y un aumento de la distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (puntos 1-28 y 10-28) (tabla 49).

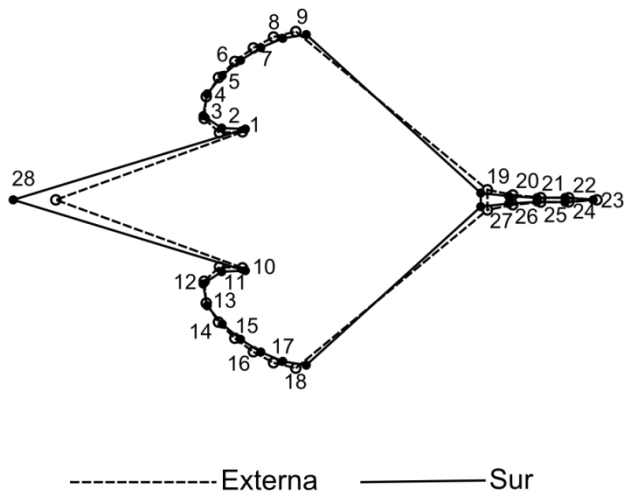


Figura 56. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones externa y sur.

Tabla 49. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	sur	externa
Pp 9-18	41.117	42.879
Pp 1-28 y 10-28	28.455	24.805
Pp 19-27	1.829	2.573
Pp 19-23 y 27-23	13.022	13.99

Norte – sur: No se obtienen diferencias significativas entre los grupos (T cuadrada = 170.4339; valor de $p = 0.6625$), al realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones la relación entre estos dos grupos cambia y se obtienen diferencias significativas (T cuadrada=0.0320; T cuadrada=0.0415) (tabla 47).

En la figura 57 se muestra la comparación de las formas consenso de estas dos poblaciones población del sur en comparación con la norte, presenta un disco angosto (puntos 9-18) y corto en la parte anterior (puntos 19-27 y 18-27), los cartílagos rostrales cortos (puntos 19-23 y 27-23), presentan un agostamiento del surco entre las crestas o cartílagos rostrales en la parte posterior (puntos 19-27) y un aumento de la distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (puntos 1-28 y 10-28) (tabla 50).

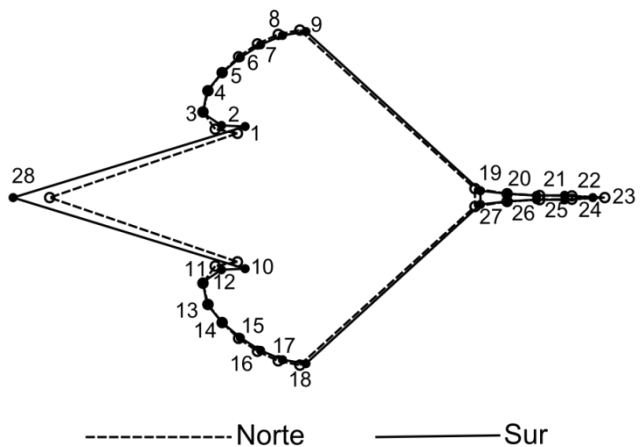


Figura 57. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones norte y sur.

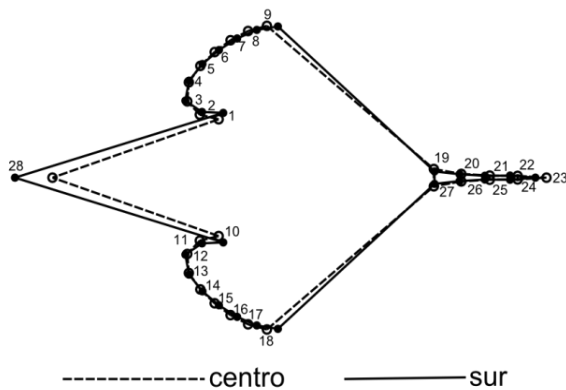
Tabla 50. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.

Pares de puntos medidos (Pp)	sur	norte
Pp 9-18	41.117	41.48
Pp 1-28 y 10-28	28.455	24.15
Pp 19-27	1.8299	2.347
Pp 19-23 y 27-23	13.022	16.68

Centro-sur: No se obtienen diferencias significativas entre los grupos (T cuadrada = 91.7656; valor $p = 0.834$), al realizarse 1,000 y 2,000 permutaciones la relación entre estos dos grupos cambio y se obtienen diferencias significativas (T cuadrada = 0.028; T cuadrada = 0.0175) (tabla 47).

En la figura 58 se presenta la comparación entre las formas consenso de estas dos poblaciones, los ejemplares de la población del sur presenta un disco ancho (par de puntos 9-18), los cartílagos rostrales cortos (puntos 19-23 y 27-23), presentan un agostamiento del surco entre las crestas o cartílagos rostrales en la parte media (pares de puntos 21-25 y 20-26) y un aumento de la distancia entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (puntos 1-28 y 10-28) (tabla 51).

Tabla 51. Medidas de los caracteres, expresadas en porcentajes en función de la Ls.



Pares de puntos medidos (Pp)	centro	sur
Pp 9-18	40.54	41.304
Pp 21-25 y 20-26	0.759	0.684
Pp 19-23 y 27-23	15.501	13.022
Pp 1-28 y 10-28	24.52	28.45

Figura 58. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones centro y sur.

Los resultados obtenidos en este análisis mostraron diferencias significativas entre las poblaciones de esta especie, algunos de estos resultados eran esperados como es el caso del grupo externo y los internos (sur y norte) de la península de Baja California, cuyas diferencias ya habían sido reportadas a nivel molecular por Sandoval-Castillo *et al.* (2004). Las poblaciones externa y centro no se diferenciaron, mientras que la poblaciones norte, centro y sur sí, en el trabajo de Walker (1960) se plantea que la fauna de la parte norte del Golfo de California se encuentra separada de la del sur y que el patrón de colonización de la fauna del Mar de Cortés, fue a través de una conexión oceánica entre las costas occidental y oriental de la península, que se presentó en la región de La Paz, durante el Pleistoceno (Beal, 1948). Esto coloca a la región centro como el punto de dispersión de esta especie, lo que explica porque esta localidad no se diferenció del resto, con excepción de la región sur, esto se debe a la inclusión de especímenes colectados en Nayarit, en cuanto a la inclusión de esta localidad a la parte sur del Golfo existen

diferentes ideas Walker (*op. cit.* 1960) concluye que no debe ser considerada como parte del Golfo de California, mientras que, Roden y Emilsson (1980) si la consideran.

Para descartar el efecto de los individuos de Nayarit en la comparación con el norte, se excluyeron en otro análisis y se obtuvieron resultados similares con permutaciones $p= 0.0020$ (Anexo IV), esto indica que *R. productus*, al menos dentro del Golfo de California podría estar compuesta por un conjunto de especies crípticas, esta idea no parece tan descabellada considerando la enorme biodiversidad de hábitats en el Mar de Cortés y la presencia de tres barreras importantes entre las partes norte y sur del Golfo.

La parte norte del Golfo en comparación con la sur, presenta cambios más extremos en la temperatura, mareas ciclónicas y mayores oleajes, además de una gran diversidad de hábitats relacionados con la presencia de ambientes rocosos que parecen estar separando a estas poblaciones. De momento, esta conclusión se queda como una hipótesis, pues se usaron permutaciones, que si bien permiten marcar tendencias entre los grupos no entregan resultados definitivos, para ello es necesario realizar más estudios ecológicos y genéticos, entre otros, e incrementar el número de individuos.

Las conclusiones estadísticas obtenidas tanto en el análisis geométrico como en el tradicional indicó que la variación de los caracteres seleccionados permite diferenciar a nivel de población en la especie *R. productus* tablas (48, 49, 50, 51), a partir de estos análisis tradicional y geométrico se obtuvieron diez caracteres que permiten la identificación entre poblaciones (tabla 53), a los cuales se les dará un valor numérico de porcentajes referidos a la Ls para ser utilizados en la clave dicotómica (tabla 54).

Tabla 52. Resultados de la prueba estadística Kruskal-Wallis, entre las poblaciones de *R. productus*.

H0= La distribución de las medias es la misma entre las poblaciones de *R. productus*.

Medición	Sig.
Rechazar la hipótesis nula	
Ancho de la cola	0.003
Ancho del disco a la altura de los ojos	0.009
Ángulo en la punta del hocico	0
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pélvica	0.003
Distancia interocular	0.003
Distancia entre espiráculos	0.043
Surco entre cartílagos rostrales parte posterior	0
Longitud de los cartílagos rostrales	0.014
Surco entre cartílagos rostrales parte media	0.002
Distancia entre las aletas dorsales	0.014
Mantener la hipótesis nula	
Distancia entre la inserción de la primera y la dorsal axila pectoral	0.052
Distancia entre el morro y la primera aleta dorsal	0.515
Longitud de espiráculo	0.575
Largo del disco	0.087

Tabla 53. Medias de las mediadas utilizadas para separar a las poblaciones de *R. productus*.

Medición	Medición	Sur	Norte	Externa	Centro
Ancho del disco	Fig. 2 puntos 9-18	40.54%	41.94%	42.88%	40.54%
Largo del disco	Fig. 2 puntos 23-3 y 23-4	50.34%	51.86%	50.80%	51.19%
Longitud parte anterior del disco	Fig. 2 puntos 9-19 y 18-27	29.41%	29.97%	31.51%	29.99%
Distancia entre el morro y la primera aleta dorsal	Fig. 2 puntos 23-28	69.56%	68.74%	68.73%	68.27%
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila	Fig. 2 puntos 1-28 y 10-28	26.79%	24.15%	24.81%	24.52%
Ancho del disco a la altura de los ojos	Fig. 3 puntos 22-17 y 21-20	26.90%	28.26%	30.06%	26.05%
Surco entre cartílagos rostrales parte media	Fig. 2 puntos 21-25 y 20-26	0.68%	0.81%	0.92%	0.75%
Surco entre cartílagos rostrales parte posterior	Fig. 2 puntos 19-27	1.91%	2.45%	2.57%	2.36%
Longitud de los cartílagos rostrales	Fig. 2 puntos 19-23 y 27-23	15.23%	16.14%	13.99%	15.65%
Ancho de la cola	Fig. 3 puntos 27-28	12.44%	11.29%	13.01%	12.05%
Ángulo en la punta del hocico	Fig. 3 entre los puntos 23-18	63.015°	60.096°	76.287°	61.99%
Distancia entre la primera aleta dorsal y la axila pélvica	Fig. 3 puntos 28-8 y 27-8	15.47%	13.43%	13.38%	13.40%
Longitud de espiráculo	Fig. 3 puntos 13-16 y 14-15	3.24%	2.80%	2.99%	2.00%
Distancia interocular	Fig. 3 puntos 11-12	4.52%	5.12%	5.06%	5.09%
Distancia entre espiráculos	Fig. 3 puntos 14-13	7.49%	8.43%	8.69%	8.50%
Distancia entre las aletas dorsales	Fig. 3 puntos 8-9	20.38%	18.30%	19.14%	18.15%

Análisis al interior de *Rhinobatos lentiginosus*

Se revisaron 17 ejemplares de *Rhinobatos lentiginosus*, 2 del Sur (Yucatán y Campeche) y 15 del Centro (Veracruz), se usó como variable clasificatoria la localidad de colecta. Se realizó un ACP y una función discriminante con las curvas del disco pectoral y de los cartílagos rostrales.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Se obtuvieron 16 componentes principales, de los cuales sólo dos superan el 5 %, y abarcan el 82% de la variación acumulativa (tabla 55) (Anexo V).

Tabla 54. Valores principales obtenidos mediante el Análisis de Componentes Principales.

CP.	Eigenvalores	Variación %	Acumulativa %
1.	0.00073474	48.357	48.357
2.	0.00051828	34.11	82.467

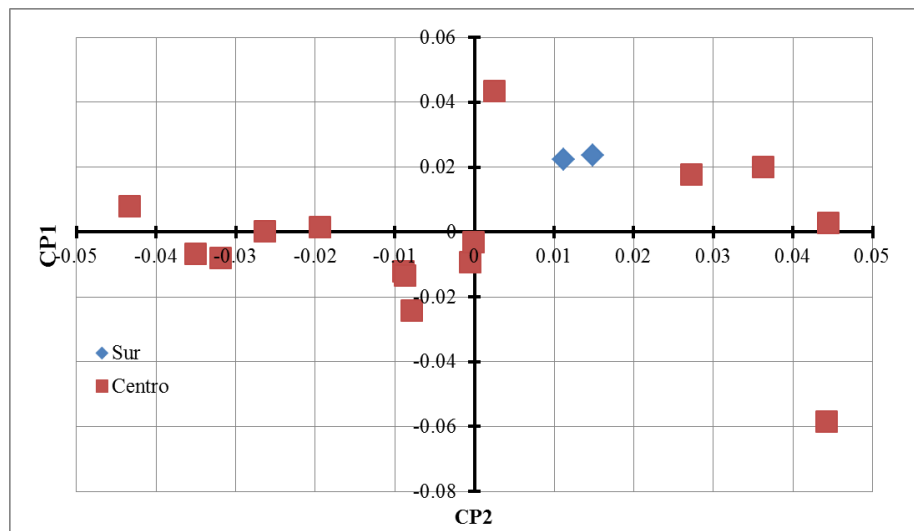


Figura 59. Representación gráfica de los valores principales que se obtienen mediante el ACP: CP1 vs CP2.

En la figura 59 se muestran las tendencias de los individuos dentro de los grupos para el CP 1 y CP2. El CP1 representó el 48% de la variación en la muestra, en él se observó una mayor dispersión de los individuos de la población Centro debido a que este conjunto está mejor representado y por lo tanto muestra una mayor diversidad de formas, en esta agrupación se observó una clara tendencia a la parte positiva del componente. En cuanto a la población Sur la tendencia es a la parte negativa pero no está tan clara debido a la pobre representación de ésta.

En el CP2 se obtuvo el 34% de la variación, en él se observan dos tendencias, en la parte negativa del componente que involucro a la mayoría de los individuos de la población centro y en la parte positiva del eje en donde se encontramos a los individuos de la población sur.

Mediante gráficas de rejillas de deformación y de entramado se presenta la comparación entre las formas consenso y las deformaciones obtenidas en cada componente

En la figura 60 se muestran los cambios en la forma en el CP1 a 0.03 y -0.03 unidades de escala, en la región negativa del componente, tienden organismos que en comparación con la forma consenso presentan cartílagos rostrales cortos (pares de puntos 19-23 y 27-23); un disco pectoral angosto (puntos 9-18) y largo (pares de puntos 4-23 y 3-23); una mayor distancia entre las axilas pectorales y la inserción de la primera dorsal (pares de puntos 1-28 y 10-28) y una mayor separación entre las axilas pectorales (puntos 1-10). En la región positiva del eje, se encuentran organismos con cambios en dirección contraria.

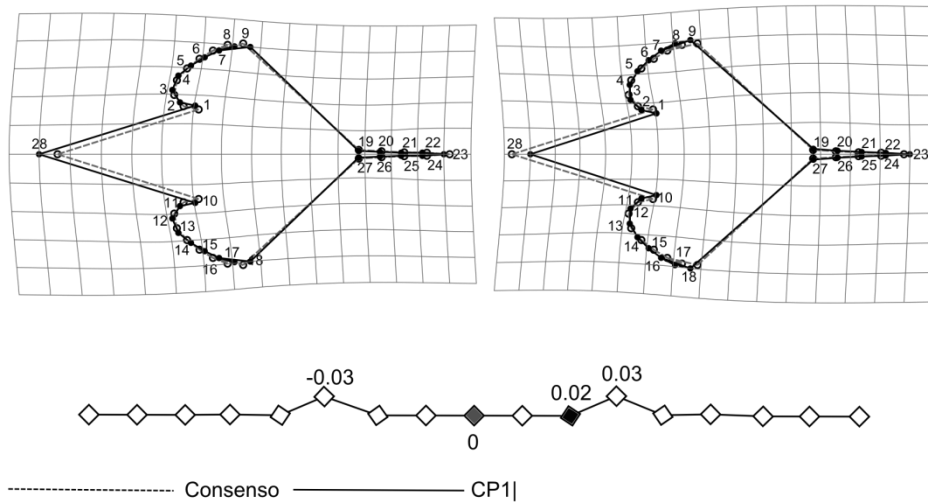


Figura 60. Gráficas de entramado y rejillas de deformación obtenidas en el ACP a -0.03 y 0.03 unidades de escala del CP1.

En la figura 58 se muestran los cambios en el CP2 en el intervalo de unidades de escala 0.05 y -0.05, a la parte positiva del componente tienden ejemplares que en comparación con la forma consenso presentaron el disco pectoral más corto (pares de puntos 4-23 y 3-23) y angosto (puntos 9-18), cartílagos rostrales más cortos (puntos 19-23 y 27-23) y una mayor separación entre la inserción de la primera aleta dorsal y las axilas pectorales (puntos 1-28 y 10-28), mientras que en la parte negativa estos cambios cambian de dirección.

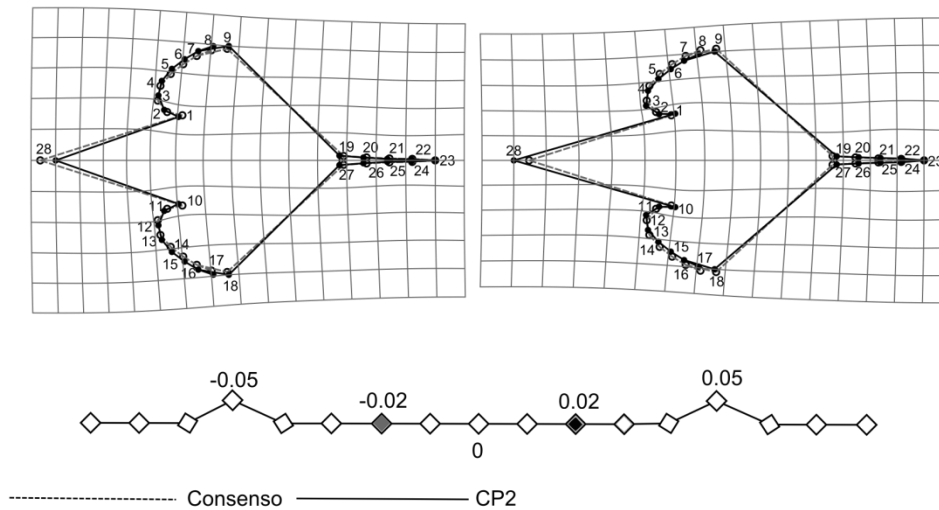


Figura 61. Gráficas de entramado y rejillas de deformación obtenidas en ACP a -0.05 y 0.05 unidades de escala del CP2.

FUNCIÓN DISCRIMINANTE

No se encontró diferencia significativa entre las dos poblaciones (T cuadrada= 2050,80; valor de P = 0.995), incluso después de 1,000 y 2,000 permutaciones los valores siguen sin cambiar su tendencia (T cuadrada= 0.273) (tabla 56).

Tabla 55. Resultados obtenidos en la función discriminante.

Diferencia entre medias	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0,03393231
Distancia de <i>Mahalanobis</i>	3,409
T-cuadrada	20,508
Valor de P(paramétrico)	0,9953
Valores de P para las permutaciones (1,000)	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0,273
T-cuadrada	0,962
Valores de P para las permutaciones (2,000)	
Distancia de <i>Procrustes</i>	0,2732
T-cuadrada	0,9501

Tabla 56. Tabla clasificatoria de acuerdo a la forma.

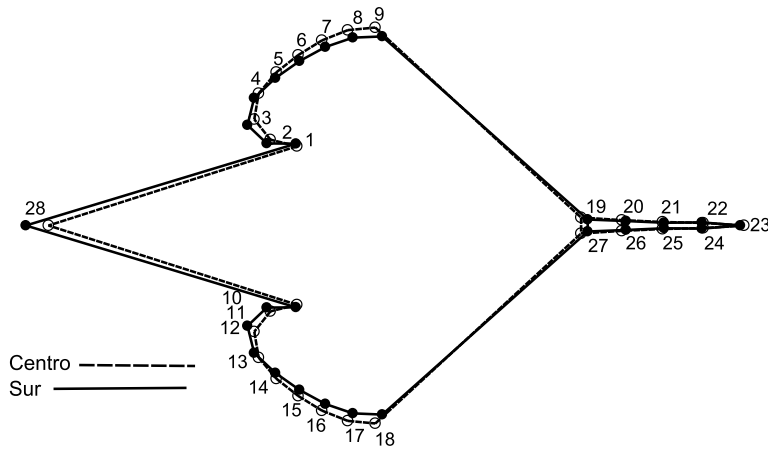


Figura 62. Comparación entre las formas consenso de las poblaciones sur y centro.

Función discriminante			
Grupo	Afinidad		
	Centro	Sur	Total
Centro	14	1	15
	93%	7%	100%
Sur	0	2	2
	0%	100%	100%
Validación cruzada			
Grupo	Afinidad		
	Centro	Sur	Total
Centro	10	5	15
	67%	33%	100%
Sur	2	0	2
	100%	0%	100%

Los ejemplares del Golfo de México pertenecientes a *Rhinobatos lentiginosus* pueden ser divididos en dos grupos fácilmente (con manchas y sin manchas), en función de los cambios en la coloración del dorso, los organismos colectados en Veracruz (población del centro) carecen de manchas en el dorso, mientras que los ejemplares colectados en Yucatán (población sureña) si las presentan.

Los análisis geométricos y tradicionales llevados a cabo en este trabajo no arrojaron diferencia significativa entre estas dos poblaciones (tabla 57), por lo que se considera que para el Golfo de México solo se tiene dos especies, *R. lentiginosus* y *R. percellens* (Shmitter, 2000), es necesario realizar estudios más extensos que involucren ecología y genética de estas poblaciones, para tener una mayor certeza sobre qué es lo que se está observando, si se trata de una variación interespecífica o intraespecífica.

Es posible, que el patrón de coloración responda a la temporada en que fue la colecta, sin embargo después de agregar un organismo colectado en la parte norte del Golfo de México que presento manchas pero en distinto patrón estos cambios se podrían atribuir a las características del ambiente como el tipo de sustrato y la concentración de partículas disueltas; en la figura 63, se muestran los tipos de sustrato en el Golfo de México (tabla 58), en rojo las zonas donde se colectaron organismos con puntos en el dorso y en azul donde se presentan organismos sin manchas. Queda para futuros trabajos el considerar esta característica.

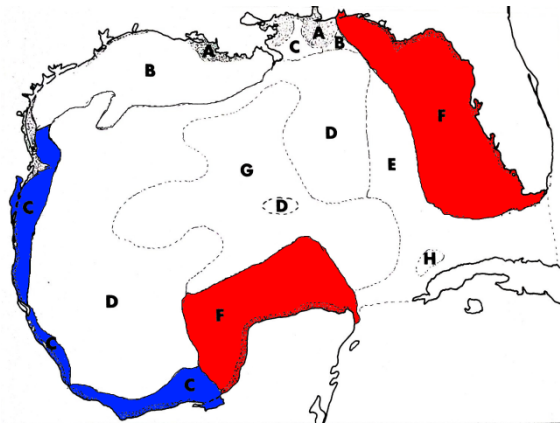


Figura 63. Áreas del Golfo de México basadas en el tipo dominante de sedimento (Lynch 1954, en Powers 1977).

Tabla 57. Sedimentos encontrados en la figura (63).

Categoría	Sedimento
A	Arenas
B	Arenas y lodoso
C	Lodos
D	Lodo Azul
E	Lodo calcáreo
F	Caliza con sedimentos biogénicos
G	<i>Globigerina</i> ooze (foraminíferos)
H	<i>Pteropod</i> ooze (moluscos)

Discusión

A partir de la revisión bibliográfica surgieron algunas preguntas sobre esta familia, que deben de ser tratadas más a fondo; tal es el caso de *R. productus* y *R. spinosus*, en los que se podría determinarse una sinónima. Con respecto a esto, cabe señalar que durante la elaboración de este trabajo no fue posible encontrar el documento original, de Ayers (1854), en el que describe a *R. productus*, pues el autor normalmente presentaba descripciones orales de sus nuevas especies en la Academia de Ciencias de California, las cuales eran incluidas en las minutas de ésta y posteriormente publicadas en un periódico local “The Pacific” (Gilbert, 1998). La localización de estos documentos plantea un problema, pues a pesar de que vivimos en una era informática es difícil contar con ejemplares de estos periódicos en otros países (México), claro ejemplo de esto es el presente trabajo, una solución para este problema fue revisar la descripción realizada por Girard (1854) que parece ser un transcrito del trabajo de Ayers y se comparó con descripción de *R. spinosus* presentada por Günther (1857). La conclusión, con base en los documentos analizados, es que no es posible diferenciar a estas especies a partir de estas descripciones, no obstante, queda pendiente la localización del artículo del Pacific, que tal vez aportaría información pertinente para aclarar el caso.

La revisión de distintas publicaciones permitió identificar tres nuevos registros para las aguas nacionales; *R. percellens* (Schmitter-Soto, 2000) para el Caribe Mexicano, *R. prahli* (Carrera *et al.*, 2012) y *Z. xyster* (Carrasco, 2012) en el Pacífico Tropical Mexicano. En el caso de *Z. xyster* el registro más antiguo manejado por Carrasco (*op. cit.* 2012) está tomado de la base datos de Robertson y Allen (2008), quienes utilizaron un ejemplar depositado en Texas Cooperative Wildlife Collection (TCWC) en la Universidad de Texas A&M, colectado en el Golfo de California (Santa Rosalía), y que aparece en la publicación de McEachran y Dunn (1998). Sin embargo esta localidad tan norteña, parece extraña, aunque esta especie ha sido reportada en Bahía Banderas (Moncayo *et al.*, 2006), sin embargo se desconoce si este ejemplar se encuentra depositado en alguna colección, problema que presentó en la mayoría de los listados revisados en el presente trabajo en los que no se especifica que se hizo con el material colectado, siendo esto última información de mucha relevancia en la comprobación de registro. La presencia de *Z. xyster* debería de estar documentada desde 1965 ya que en el trabajo de Castro-Aguirre (1965), se muestra una fotografía, sin embargo, dicho ejemplar fue mal identificado como *Z. exasperata* y no es hasta el presente trabajo que se documenta esta falla.

El enfoque morfológico de este trabajo debe ser considerado como un primer acercamiento al estudio del grupo de los rinobátidos que por varios años se tuvo olvidado y constituye un análisis

exploratorio, pues se presentan casos donde los grupos a comparar no alcanzan la normalidad y se usan permutaciones. Aun cuando los resultados son parciales, permiten obtener un panorama de la diversidad biológica de la familia Rhinobatidae en México. El método aplicado respondió bien al objetivo general planteado para este trabajo. Se identificaron un total de 17 caracteres morfológicos, que permiten la determinación de los dos géneros *Zapteryx* y *Rhinobatos*, 10 caracteres que permiten la identificación de las especies dentro de *Rhinobatos* y 10 caracteres que permiten la determinación de poblaciones dentro de *R. productus*.

Se encontraron ocho especies de la familia Rhinobatidae cuatro de las cuales se manejan en la bibliografía desde 1965 y se marcaron cuatro conjuntos de ejemplares como de interés para futuros trabajos y que actualmente aparecen identificados como *R. productus*, *R. lentiginosus*, *Rhinobatos* sp. y *Zapteryx exasperata*.

El conjunto identificado en este trabajo como *R. productus* parece estar compuesto por especies crípticas, tal como lo señalan los resultados previamente obtenidos mediante análisis moleculares tanto de organismos del Golfo de California como los que se encuentran en la región exterior de la península (Sandoval-Castillo *et al.*, 2004). En este trabajo se confirman estos resultados, desde el punto de vista morfológico; sin embargo las diferencias observadas entre los individuos del Norte y Sur del Golfo de California no se habían reportado. Antes de aventurar un veredicto sobre lo que está sucediendo en este gradiente latitudinal, es necesario agotar todas las opciones, se deben realizar estudios ecológicos, genéticos y morfológicos, que pongan en juicio las conclusiones alcanzadas en este trabajo. La regionalización de Golfo de California debe de ser considerada en el estudio de especies que presenten una amplia distribución dentro de este y que alcancen la parte norte como *Z. exasperata*, pues posiblemente lo observado para *R. productus* se repita.

En el grupo identificado como *R. lentiginosus* se encontraron básicamente diferencias en la coloración de los organismos. En este análisis la regionalización estuvo en función de los sedimentos de las localidades en donde fueron colectados los ejemplares, planteando a este factor, como el principal agente en el cambio de patrones en el dorso. Sin embargo, los análisis morfométricos no mostraron diferencias significativas entre estos grupos, pero nuevamente el número de ejemplares es muy pequeño como para descartar la presencia de estas diferencias, por lo que es necesario realizar más muestreos, estudios genéticos y ecológicos, que ayuden a establecer la relación entre los cambios de coloración y los factores ambientales a los que responden.

El grupo identificado como *Rhinobatos* sp. que por un tiempo se creyó pertenecía a la especie *R. spinosus*, se separó del resto de las especies del pacífico y aunque sus proporciones son muy parecidas a las de *R. glaucostigma*(tabla 51) la falta de manchas en el dorso carácter mencionado en todas las descripciones de *R. glaucostigma* y observado en todos los ejemplares estudiados en el presente trabajo parecen confirmar lo obtenido en los análisis morfométricos separando a estas dos especies. Una revisión del holotipo de *R. spinosus* parece poco probable pues de éste solo se conserva la piel. Futuros trabajos deben de considerar esto y realizar aproximaciones de tipo genético para solucionar este problema.

Conclusión

Al revisar y analizar la información de las especies y géneros de la familia Rhinobatidae mediante el método de morfometría geométrica, se identificaron a ocho especies, de las cuales sólo cuatro se tenían registradas desde 1965 y se reportaron tres nuevos registros de especies para México dando un total de nueve especies, cuatro de los cuales quedaron marcados como grupos de interés para futuros trabajos:

- *Rhinobatos* sp. antes considerada *R. spinosus*, pero que tras la revisión de la descripción original Günther (1870), se concluyó que estos ejemplares no pertenecían a esta especie, sin embargo, este grupo se diferenció del resto de especies del Pacífico.

- *R. productus* especie que presentó variaciones a lo largo de su distribución dentro del Golfo de California que concuerdan con la regionalización de Walker (1960), lo que indica que podría estar compuesta por un conjunto de especies crípticas, no solo en la parte externa e interna del Golfo, sino también en la parte norte y sur.

- *Zapteryx exasperata* especie que presenta patrones de distribución similares a los de *R. productus*, por lo que es de esperarse que al interior de esta se presenten variaciones poblacionales que podrían indicar posibles especies crípticas.

- *R. lentiginosus* especie en la que se describieron cambios importantes en los patrones de coloración dorsal que parecen estar en función del tipo de sedimento en el que se encuentran los organismo, sin embargo el reducido tamaño de muestra, impidió la obtención de resultados positivos.

Con la revisión de los ejemplares depositados en las colecciones CNPE y CICIMAR se incrementa con 13 localidades el número de reportes para la familia Rhinobatidae en nuestro país.

Mediante la morfometría geométrica con el programa y tradicional, y con los análisis multivariados de AVC, ACP, de función discriminante y Kruskal-Wallis, en los ejemplares revisados se identificaron 17 caracteres morfológicos, que permiten la determinación de los géneros *Zapteryx* y *Rhinobatos*, 10 caracteres que permiten la identificación de las especies dentro de *Rhinobatos* y 10 caracteres que permiten la determinación de poblaciones dentro de *R. productus*, estas medidas comparativas posteriormente fueron convertidas en porcentajes en relación a la longitud estándar, y a partir de éstos se elaboró una clave dicotómica con la que es posible identificar a las ocho especies registradas para México. Esta clave también permite diferenciar entre las poblaciones incluidas en los grupos de *R. productus* y *R. lentiginosus*.

Literatura Citada

- Acero, P.A. y R. Franke,** 1995. Nuevos registros de peces cartilaginosos del Parque Nacional Natural Gorgona (Pacífico Colombiano), II. Rayas y descripción de una nueva especie. *En: La Isla de Gorgona, Nuevos estudios Biológicos.* Biblioteca José Jerónimo Triana Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Bogotá,(11): 9-21.
- Ayres, W. O.** 1854. Description of new fishes from California. Proceedings of the California Academy of Natural Sciences, (1): 3-22.
- Ayres, W.O.** 1855. Shark of a new generic type: *Notorynchus maculatus*. Proceedings of the California Academy of Natural Sciences, (1): 23-57.
- Barbini, S.A.** 2004. Hábitos alimentarios y selectividad de hábitat de la guitarra chica, *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae) en el ecosistema costero Bonaerense y Uruguayo. Tesis. Universidad Nacional de Mar de la Plata Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. 28 p.
- Beal, C.H.** 1948. Reconnaissance of geology and oil possibilities of Baja California, Mexico. *Memories of the Geological Society of America*, 6:1-224
- Beebe, W. y J. Tee-Van.** 1941. Fishes from the tropical eastern Pacific (from Cedros Island, Baja California, south to the Galapagos Islands and northern Peru). Rays, mantas and chimaeras. *Zoologica*, N. Y. 26 (3): 245-280.
- Beltrán, F.J.L., G.M. Hamman, G.A. Chagoya, y B.S. Álvarez.** 1986. Ictiofauna del Estero de Punta Banda, Ensenada, Baja California, México, antes de una operación de dragado. *Ciencias Marinas (Mex)*, 12 (1):79-92.
- Blanco, M.P.** 2009. Reproductive biology of the banded guitarfish *Zapteryx exasperata* from the Gulf of California, México. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(8): 1655–1662.
- Bor, T.J.** 1983. A New Species of *Rhinobatos* (Elasmobranchii, Batomorphii) from the Upper Maastrichtian of the Netherlands and Belgium *Geologic of Mijnbouw*, 62: 297-300.
- Bourillón, M.J., A.D. Cantú, F.A. Eccardi, E.F. Lira, J.R. Ramírez, E.G. Velarde, A.G. Zavala.** 1988. Islas del Golfo de California. Secretaría de Gobernación/UNAM. México. 292 p.
- Breder, C.M.** 1928. Elasmobranchii from Panama to Lower California. Scientific results of the Second Oceanographic Expedition of the "Pawnee". *Bull Bingham Oceanographic Collection*, 2 (1).1-13.
- Britton, C. y B. Morton.** 1989. Shore Ecology of the Gulf of México. University of Texas Press. USA. 387 p.
- Brock, V.E.** 1938. Notes on the ranges of fishes from Lower California and the west coast of Mexico with discussion on the use of diving apparatus in making collections. *Copeia* 1938, (2). 128-131.
- Bussing, W. A. y M. I. López.** 1994. *Revista de Biología Tropical Special Publication*: 1-164.

- Carrera, F.M., M.F. Galván y S.O. Escobar.** 2012. First record of Gorgona guitarfish, *Rhinobatos prahli*, from the Gulf of Tehuantepec, Mexican Pacific. Marine Biodiversity Records, (5). 1-3.
- Carrasco, B.P.E.** 2012. Edad y madurez sexual de *Zapteryx xyster* Jordan y Everman 1896 (Chondrichthyes: Rhinobatidae); en el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Tesis. Universidad del Mar Campus Puerto Ángel. 78 p.
- Castro-Aguirre, J.L.** 1965. Peces Sierra, Rayas, Mantas y Especies Afines de México. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. Secretaría de Industria y Comercio Dirección General de Pesca e Industrias Conexas Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México. 170-256.
- Castro-Aguirre, J.L., M.J. Arvizu y B.J. Páez.** 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 31: 107-181.
- Castro-Aguirre, J.L.** 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran en las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento Nacional de Pesca, Serie Científica. México, 19. I-XI, 1-298.
- Castro-Aguirre, J.L.** 1983. Aspectos Zoogeográficos de los Elasmobranquios Mexicanos. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, 27: 77-94.
- Castro-Aguirre, J.L. y H. Espinosa.** 1996. Listados faunísticos de México VII. Catálogo Sistemático de rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Instituto de Biología UNAM. México. 45 p.
- Castro-Aguirre, J. L., H. Espinosa Pérez, and J. J. Schmitter-Soto.** 1999. Colección Textos Politécnicos. Serie Biotecnologías. Pp. 1-711.
- Carvalho, M.R.** 2004. A late cretaceous thornback ray from southern Italy, with a phylogenetic reappraisal of the Platyrrhinidae (Chondrichthyes: Batoidea). *In*: Arratia G; Tintori A. (Eds.). Mesozoic fishes 3: Systematics, paleoenvironments and biodiversity. München: Verlag Dr Friedrich Pfeil. Pp:75-100.
- Compagno, L.J.V.** 1973. Interrelationships of living elasmobranchs. *In*: P.H. Greenwood, R. Miles, and C. Patterson, (eds.). Interrelationships of fishes. London, Academic Press, Pp:15-61.
- Compagno, L.J.V.** 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays. American Zoologist, 17(2): 303-322.
- Compagno, L.J.V.** 2005. Checklist of living Chondrichthyes (503-548 p.). *In*: W. Hamlett (ed). Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids and Chimaeras. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, USA. 550 pp.
- De La Lanza, E.G.** 1991. Oceanografía de mares mexicanos. A.G.T. Editor, S.A. México. 569 p.

- Eschmeyer, W.N. y E.S. Herald.** 1983. Peterson Field Guide Series. A field guide to Pacific Coast fishes of North America No. 28: i-xii + 1-336, Pp. 1-48.
- Eschmeyer, W.N. y R. Fricke (eds.).** 2012. Catalog of Fishes electronic version. <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (27 febrero 2012).
- Everman, B.W. y O.P. Jenkins.** 1891. Report upon Collection of fishes made at Guaymas, Sonora, Mexico, with description of new species. Proceedings of the U.S Natural Museum. 14: 121-166.
- Fowler, H.W.** 1944. The fishes: Results of the Fifth George Vanderbilt Expedition (1941) (Bahamas, Caribbean Sea, Panama, Galápagos Archipelago and Mexican Pacific Islands) Monography. Academy of Natural Sciences Philadelphia. 6: 57-530.
- García, E. y Z. Falcón.** 1974. Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana. Segunda edición. Editorial Porrúa, S. A. México, D. F. 195 p.
- Garman, S.** 1880^a. Synopsis and descriptions of the American Rhinobatidae. Proceedings of the United States National Museum. 3(180). 516-523.
- Garman, S.** 1880^b. New species of selachians in the museum collection. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. 6(11): 167-172.
- Gilbert, R.C.** 1998. Type Catalogue of Recent and Fossil North American Freshwater Fishes. Florida Museum of Natural History. Special Publication No. 1. 284p
- Günther, A.** 1867. Proceedings of the General Meetings for Scientific Business of the Zoological Society of London 1866,(3): 600-604.
- Günther, A.** 1870. Catalogue of fishes in the British Museum. London, British Museum (Natural History). 8: i-xxv +1-549.
- Hamman, G y C.J.A. Rosales.** 1989. Temas de Oceanografía biológica en México. In: J. de la Rosa, y F.F. González, (eds.). Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. 15: 3-192.
- Heinicke, M.P., G.J.P. Naylor y S.B. Hedges.** 2009. Cartilaginous fishes (Chondrichthyes). In. The Timetree of Life, S. B. Hedges and S. Kumar, (eds.). Oxford University Press. Pp: 320–327.
- Hendrickx, M.E.** 1995. Introducción (Pp 1-7): W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. FAO Roma, Italia.
- Jordan, D.S y C.H. Gilbert.** 1880. Notes on a collection of fishes from San Diego, Calif. Proceedings of the U. S. Natural. Museum, 3: 23-34.
- Jordan, D.S y C.H. Gilbert.** 1883. Description of a new species of *Rhinobatus* (*Rhinobatus glaucostigma*) from Mazatlan, Mexico Proceedings of the United States National Museum, 6(370): 210-211.

- Jordan, D.S., E.C. Starks, G.B. Culver y T.M. Williams.**1895. The fishes of Sinaloa. Proceeding of the California Academy of Sciences. 2nd. Ser. 5: 377-514.
- Jordan D.S. y Evermann B.W.** 1896. The fishes of North and Middle America. Part I. Bulletin of the United States National Museum, 47: i-ix + 1-1240.
- Kendall, D.G.** 1977. The diffusion of shape. *Advanced Applied Probabiliti*, 9(3):428-30.
- Klingenberg, C.P.** 2011. *MorphoJ*: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11:353-357.
- Last, R.P.** 2007.The state of chondrichthyan taxonomy and systematics. *CSIRO Marine and Freshwater Research*, 58: 7–9.
- Linck, H. F.** 1790. Versuch einer Eintheilung der Fische nach den Zähnen. *Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte*, Gotha 6(3): 28-38.
- Márquez-Farías, J.F.** 2005. Gillnet Mesh Selectivity for the Shovelnose Guitarfish (*Rhinobatos productus*) from fishery-dependent data in the artisanal ray fishery of the Gulf of California Mexico. *Journal Northwest Atlantic Fishery Science* 35: 443–452.
- Márquez-Farías, J.F.** 2007.Reproductive biology of shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*) from the eastern Gulf of California Mexico. *Marine Biology*.151: 1445–1454.
- Márquez Espinosa. A.F.** 2012. Guía de los Peces Marinos de la Costa Norte de Guerrero, México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 155p.
- McEachran, J.D. y T. Miyake,** 1990.Zoogeography and Bathymetry of Skates (Chondrichthyes, Rajoidei). *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology. Ecology, Systematics, and the Status of the Fishries*. NOAA Technical Report 90: 305-325.
- McEachran, J.D.** 1995. Rhinobatidae. In: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. II. Vertebrados, parte I. FAO. W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.), FAO Roma, Italia: 778-781.
- McEachran, J.D. y T. Miyake.** 1996. Interrelationships of the Batoid Fishes (Chondrichthyes: Batoidea). *In*. *Interrelationships of Fishes*. J. L M Stiassny, L. R. Parenti y G. D. Johnson (eds.). Academic Press, USA. Pp:8-63.
- McEachran, J.D. y K.A. Dunn.**1998.Phylogenetic Analysis of Skates, a Morphologically Conservative Clade of Elasmobranchs (Chondrichthyes: Rajidae). *Copeia* 1998 (2): 271-290.
- McEachran, J.D.** 2002.Rhinobatidae. In: *FAO Species Identification Guide for Fihserly Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic*.Vol.I.Batoid Fishes and Chimaeras.K. E. Carpenter (ed.), Roma, Italia. p 527-530.
- McEachran, J.D. y N. Aschliman.** 2004. Phylogeny of Batoidea, In: *Biology of sharks and their relatives*. Carrier, J.C. Musick, J.A. y M.R. Heithaus (eds.). CRC Marine Biology Series. Florida. Pp. 79-113.

- Mejía-Falla, P. A.** 2006. Notas Biológicas de la Raya ocelotada *Zapteryx xyster* Jordan & Everman, 1986, (Chondrichthyo; Rhinobatidae) en la zona central del Pacífico colombiano. *Investigaciones Marinas Valparaíso*, 34(2): 181-185.
- Moncayo, E.R., J.L. Castro-Aguirre y A.J. de la Cruz.** 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía Banderas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 67-80.
- Nelson, J.S.** 2006. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons. 4th Edition. USA. 483 p.
- Nishida, K.** 1990. Phylogeny of the Suborder Myliobatoidei. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University*, 37: 1-108.
- Osburn, R.C. y J.T. Nichols.** 1916. Shore fishes collected by the “Albatross” Expedition to Lower California, with descriptions of new species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 35: 139-181.
- Powers, W.L.** 1977. A Catalogue and Bibliography to the Crabs (Brachyura) of the Gulf of México. Port Aransas Marine Laboratory, Contribution in Marine Science Supplement to 20(1):1-190.
- Ramírez, E. y M.J. Arvizu.** 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Baja California. I. Lista de peces marinos de Baja California colectados en el periodo 1961-1965. En: *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras*. México. 1: 293-324.
- Roden, G.E. e I. Emilsson.** 1980. Oceanografía física del Golfo de California. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Contribución. (290): 67pp.
- Robertson, D.R. y G.R. Allen.** 2008. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system. Version 1.0. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. www.neotropicalfishes.org/sfstep, www.stri.org/sfstep.
- Robins, C.R. y G.C. Ray.** 1986. A field guide to Atlantic coast fishes of North America. The Peterson Field Guide Series. Boston. 1986: iii-xi + 1-354.
- Rohlf, F.J.** 2005. *TpsUtil* for Windows version 1.38 (software). Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>, Software, Utility Programs.
- Rohlf, F.J.** 2009, Digitize landmarks & outlines from image files, scanner, or video, *TpsDig 2.14* (software): Morphometrics at SUNY Stony Brook, <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>, Software, Data acquisition.
- Rosenberger, J.L.** 2001. Pectoral fin locomotion in Batoid Fishes: Undulation Versus Oscillation. *The Journal of Experimental Biology* 204: 379–394.
- Rosen, D.E.** 1979. Fishes from the Uplands and Intermontane Basins of Guatemala: Revisional Studies and Comparative Geography. *Bulletin of American Museum of Natural History*. New York. 162 (5): 271-375.
- Rossouw, J.G.** 1987. Function of the liver and hepatic lipids of the lesser sand shark, *Rhinobatos annulatus* (Müller & Henle). *Comparative Biochemistry, Physiology*. 86(4): 785-790.

- Sabaj Pérez, M.H. (editor).** 2012. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology: an Online Reference. Version 3.0 (23 February 2012). Electronically accessible at <http://www.asih.org/>, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Washington, DC.
- Sandoval-Castillo, J., A. Rocha-Olivares, C. Villavicencio-Garayzar, E. Balart.** 2004. Cryptic isolation of Gulf of California shovelnose guitarfish evidenced by mitochondrial DNA. *Marine Biology*. 145: 983–988.
- Schreck, B.C. y B.P Moyle.** 1990. *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society Bethesda, Maryland, USA. 109-1334.
- Seale, A.** 1940. Report on fishes from Allan Hancock Expeditions in the California Academy of Sciences. *Allan Hancock Pacific Expedition* 9: 1-46.
- Seck, A.A.** 2004. Observations on the reproductive biology of the blackchin guitarfish, *Rhinobatos cemiculus*, E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817 (Chondrichthyes, Rhinobatidae) from the coast of Senegal (eastern tropical Atlantic). *Scientia gerundensis*, 27:19-30.
- Schmitter, S.J.J., Y.L. Vásquez, P.A. Aguilar, M.C. Curiel y J.A. Caballero.** 2000. Listado de peces marinos del Caribe mexicano. En: *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 71 (2):143-177.
- Siqueiros-Beltrones, D.A.** 1990. Morphometric analysis of sharks of the genus *Carcharhinus* Blainville, 1816: *C. limbatus* (Valenciennes, 1841) and *C. brevipinna* (Müller & Henle, 1841) from Mexican waters. *Scientia Marina*. 54(4): 349-358.
- Strauss, E.R. y L.F. Bookstein.** 1982. The Struss: Body Form Reconstructions in Morphometrics. *Systematic Zoology*. 31(2):113-135.
- Streets, T.H.** 1877. Fishes of Upper and Lower California. *Bulletin of the U. S. Natural Museum*. 7: 43-56.
- Thomson, A. D., I. T. Findley y A. N. Kerstitch.** 1987. *Reef Fishes of the Sea of Cortes*. 2nd. ed. The University of Arizona Press, Arizona, XVIII+ 302 pp.
- Thomson, A.D., L.T Findley y A.N. Kerstitch.** 2000. The Reef-Fish Community. Pp: 5-13 p. *In Reef Fishes of the Sea of Cortez*. The University of Texas Press. USA. 3ra edición.
- Toro, I.M.V., S.G. Marniquez y G.I. Suazo.** 2010. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journey of Morphology*. 28 (4): 977-990.
- Van der Heiden, A.M. y L.T. Findley.** 1988. Lista de los Peces Marinos del sur de Sinaloa, México. En: *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. 15 (2): 209-224.
- Usabiaga, J.B.** 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México. Instituto Nacional de Pesca y Comisión Nacional de la Pesca Acuicultura y Pesca. México. 73 p.
- Uyeno, T., K. Matsuura y E. Fujii.** 1983. Fishes trawled off Suriname and French Guiana. *Japan Marine Fishery Resource Research Center*. 1-519.

- Walbaum, J.J.** 1792. Petri Artedi sueci genera piscium. In quibus systema totum ichthyologiae proponitur cum classibus, ordinibus, generum characteribus, specierum differentiis, observationibus plurimis. Redactis speciebus 242 ad genera 52. Pt. 3. Ichthyologiae pars III. Ant. Ferdin. Rose, Grypeswaldiae (Greifswald). Part 3: (i-viii) + 1-723, Pls. 1-3.
- Walker, W.B.** 1960. The Distribution and Affinities of the Marine Fish Fauna of the Gulf of California. *Systematic Zoology*, 9 (3/4):123-133.
- Wilga, D.C y J.P. Motta, 1998.** Feeding mechanism of the Atlantic guitarfish *Rhinobatos lentiginosus*: modulation of kinematic and motor activity. *The Journal of Experimental Biology* 201: 3167–3184.
- Zelditch, L.M., L.S. Donald, D.H. Sheets y L.F. William.** 2004. *Geometric Morphometrics for Biologist: A Primer*. Elsevier Academy Press. New York. USA. 437 p.

Anexo I. Análisis de los géneros de la familia Rhinobatidae

Componentes Principales: Géneros.

	Eigenvalores	Variaza (%)	Acumulativa %
1	0.00	47.81	47.81
2	0.00	28.52	76.33
3	0.00	10.41	86.75
4	0.00	5.76	92.50
5	0.00	3.49	95.99
6	0.00	1.50	97.49
7	0.00	1.02	98.51
8	0.00	0.58	99.09
9	0.00	0.28	99.37
10	0.00	0.18	99.56
11	0.00	0.14	99.69
12	0.00	0.08	99.77
13	0.00	0.05	99.81
14	0.00	0.04	99.85
15	0.00	0.03	99.88
16	0.00	0.02	99.90
17	0.00	0.02	99.92
18	0.00	0.02	99.94
19	0.00	0.02	99.96
20	0.00	0.01	99.97
21	0.00	0.01	99.98
22	0.00	0.01	99.99
23	0.00	0.01	100.00

Coefficientes de Componentes Principales: Géneros.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
x1	-0.02	-0.01	0.21	-0.11	-0.26	0.24	0.02
y1	0.00	0.09	0.03	-0.06	0.08	0.39	-0.31
x2	-0.06	-0.02	0.12	-0.23	-0.17	0.20	0.06
y2	0.00	0.10	-0.14	-0.18	0.16	0.26	-0.08
x3	-0.05	-0.01	-0.06	-0.29	-0.05	-0.07	0.12
y3	0.07	0.11	-0.23	-0.13	0.18	0.06	0.03
x4	-0.03	0.05	-0.12	-0.21	0.06	-0.19	0.00
y4	0.12	0.11	-0.18	-0.06	0.10	0.07	0.04
x5	0.00	0.10	-0.10	-0.09	0.08	-0.17	-0.08
y5	0.15	0.08	-0.12	-0.05	0.00	0.08	0.11
x6	0.03	0.14	-0.08	0.01	0.06	-0.10	-0.07
y6	0.18	0.06	-0.07	-0.04	-0.08	0.03	0.11
x7	0.06	0.17	-0.04	0.12	0.02	-0.03	-0.06
y7	0.20	0.04	-0.03	-0.04	-0.15	-0.02	0.08
x8	0.10	0.20	0.01	0.23	-0.03	0.04	-0.01
y8	0.21	0.01	0.01	-0.08	-0.21	-0.10	0.00
x9	0.14	0.22	0.06	0.32	-0.09	0.08	0.02
y9	0.21	-0.03	0.06	-0.15	-0.23	-0.14	-0.13
x10	-0.02	-0.01	0.21	-0.11	-0.26	0.24	0.02
y10	0.00	-0.09	-0.03	0.06	-0.08	-0.39	0.31
x11	-0.06	-0.02	0.12	-0.23	-0.17	0.20	0.06
y11	0.00	-0.10	0.14	0.18	-0.16	-0.26	0.08
x12	-0.05	-0.01	-0.06	-0.29	-0.05	-0.07	0.12
y12	-0.07	-0.11	0.23	0.13	-0.18	-0.06	-0.03
x13	-0.03	0.05	-0.12	-0.21	0.06	-0.19	0.00
y13	-0.12	-0.11	0.18	0.06	-0.10	-0.07	-0.04
x14	0.00	0.10	-0.10	-0.09	0.08	-0.17	-0.08
y14	-0.15	-0.08	0.12	0.05	0.00	-0.08	-0.11
x15	0.03	0.14	-0.08	0.01	0.06	-0.10	-0.07
y15	-0.18	-0.06	0.07	0.04	0.08	-0.03	-0.11
x16	0.06	0.17	-0.04	0.12	0.02	-0.03	-0.06
y16	-0.20	-0.04	0.03	0.04	0.15	0.02	-0.08
x17	0.10	0.20	0.01	0.23	-0.03	0.04	-0.01
y17	-0.21	-0.01	-0.01	0.08	0.21	0.10	0.00
x18	0.14	0.22	0.06	0.32	-0.09	0.08	0.02
y18	-0.21	0.03	-0.06	0.15	0.23	0.14	0.13
x19	0.14	-0.12	0.33	-0.04	0.33	-0.03	0.03
y19	0.01	-0.02	0.00	-0.02	-0.02	-0.08	-0.38
x20	0.02	-0.11	0.16	0.00	0.19	-0.03	0.03
y20	0.03	0.00	0.02	-0.03	-0.04	-0.09	-0.29
x21	-0.11	-0.11	0.01	0.04	0.04	-0.02	0.01
y21	0.04	0.00	0.03	-0.03	-0.04	-0.08	-0.21
x22	-0.23	-0.11	-0.14	0.09	-0.09	-0.01	-0.04
y22	0.04	0.00	0.03	-0.03	-0.03	-0.07	-0.17
x23	-0.38	-0.10	-0.31	0.13	-0.23	0.03	-0.03
y23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
x24	-0.23	-0.11	-0.14	0.09	-0.09	-0.01	-0.04
y24	-0.04	0.00	-0.03	0.03	0.03	0.07	0.17
x25	-0.11	-0.11	0.01	0.04	0.04	-0.02	0.01
y25	-0.04	0.00	-0.03	0.03	0.04	0.08	0.21
x26	0.02	-0.11	0.16	0.00	0.19	-0.03	0.03
y26	-0.03	0.00	-0.02	0.03	0.04	0.09	0.29
x27	0.14	-0.12	0.33	-0.04	0.33	-0.03	0.03
y27	-0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.08	0.38
x28	0.43	-0.69	-0.37	0.18	0.02	0.19	-0.07

Anexo II. Análisis de género *Rhinobatos*

Variables Canónicas: *Rhinobatos*.

	Eigenvalores	Varianza (%)	Acumulativa (%)
1	3.80	50.60	50.60
2	1.54	20.57	71.17
3	1.43	19.06	90.23
4	0.46	6.20	96.42

Coefficientes de Variables Canónicas: *Rhinobatos*.

	CV1	CV2	CV3	CV4	CV5
x1	79.34	175.28	103.70	209.20	171.87
y1	-4.81	-41.45	-69.14	-114.63	-33.10
x2	-68.31	-251.89	-112.11	-168.34	-205.24
y2	53.70	110.27	197.56	4.20	107.69
x3	-49.36	139.22	-104.39	-23.37	79.02
y3	-54.07	59.60	-351.18	261.89	205.85
x4	-216.83	-264.93	-349.79	353.80	-87.74
y4	-370.65	-403.49	-532.43	215.92	-333.19
x5	264.22	151.70	456.93	-553.75	290.23
y5	536.59	500.35	918.42	-506.08	232.90
x6	597.34	247.46	901.57	212.81	-308.07
y6	371.37	-170.65	433.89	62.68	-207.58
x7	-341.73	-310.39	-815.22	301.13	260.92
y7	-240.94	-23.68	-582.86	153.39	55.49
x8	-1054.60	101.64	-254.08	-742.56	-667.98
y8	-399.45	48.05	12.40	-9.53	9.01
x9	769.42	-0.95	179.86	411.03	489.13
y9	103.07	-114.87	10.42	-68.43	1.34
x10	79.34	175.28	103.70	209.20	171.87
y10	4.81	41.45	69.14	114.63	33.10
x11	-68.31	-251.89	-112.11	-168.34	-205.24
y11	-53.70	-110.27	-197.56	-4.20	-107.69
x12	-49.36	139.22	-104.39	-23.37	79.02
y12	54.07	-59.60	351.18	-261.89	-205.85
x13	-216.83	-264.93	-349.79	353.80	-87.74
y13	370.65	403.49	532.43	-215.92	333.19
x14	264.22	151.70	456.93	-553.75	290.23
y14	-536.59	-500.35	-918.42	506.08	-232.90
x15	597.34	247.46	901.57	212.81	-308.07
y15	-371.37	170.65	-433.89	-62.68	207.58
x16	-341.73	-310.39	-815.22	301.13	260.92
y16	240.94	23.68	582.86	-153.39	-55.49
x17	-1054.60	101.64	-254.08	-742.56	-667.98
y17	399.45	-48.05	-12.40	9.53	-9.01
x18	769.42	-0.95	179.86	411.03	489.13
y18	-103.07	114.87	-10.42	68.43	-1.34
x19	77.86	30.06	66.34	-31.74	-10.51
y19	229.60	-193.14	45.29	31.91	87.21
x20	-23.65	-4.50	-210.85	117.36	142.18
y20	-170.88	67.01	-333.10	-95.21	186.61
x21	-98.98	-117.93	63.58	-171.29	-130.10
y21	-239.05	471.51	378.76	10.46	-44.93
x22	-19.68	70.73	305.90	268.25	-141.27
y22	-305.48	-301.11	45.46	-155.68	-194.07
x23	154.45	66.98	-472.93	-343.28	238.12
y23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
x24	-19.68	70.73	305.90	268.25	-141.27
y24	305.48	301.11	-45.46	155.68	194.07
x25	-98.98	-117.93	63.58	-171.29	-130.10
y25	239.05	-471.51	-378.76	-10.46	44.93
x26	-23.65	-4.50	-210.85	117.36	142.18

Anexo III. Análisis de *R. productus*

Componentes Principales: *R. productus*.

	Eigenvalores	Varianza (%)	Acumulativa (%)
1	0,00081971	51777.00	51777.00
2	0,00050677	32,01	83787.00
3	0,00009001	5686.00	89472.00
4	0,00005637	3,56	93033.00
5	0,00003779	2387.00	95,42
6	0,00003296	2082.00	97502.00
7	0,00001665	1051.00	98553.00
8	0,00001281	0,809	99362.00
9	0,0000053	0,335	99697.00
10	0,0000017	0,107	99804.00
11	0,00000137	0,086	99891.00
12	0,00000084	0,053	99944.00
13	0,00000055	0,035	99979.00
14	0,00000034	0,021	100.00

Coefficientes de Componentes Principales: *R. productus*.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
x1	-0.05	0.23	0.00	0.06	0.29	-0.20	-0.02
y1	-0.11	0.06	0.15	0.18	-0.04	-0.14	-0.58
x2	-0.03	0.16	0.01	0.17	0.27	-0.15	0.14
y2	-0.08	-0.10	0.10	0.30	-0.06	-0.31	0.20
x3	0.03	-0.02	0.03	0.14	0.19	0.15	0.03
y3	-0.05	-0.24	0.13	0.18	-0.07	-0.08	0.13
x4	-0.02	-0.13	0.03	0.18	0.02	0.30	-0.15
y4	-0.06	-0.21	0.13	0.09	-0.03	-0.08	0.06
x5	-0.07	-0.15	0.00	0.11	-0.06	0.21	-0.01
y5	-0.05	-0.16	0.13	0.00	0.07	-0.06	-0.03
x6	-0.10	-0.14	0.00	0.02	-0.08	0.09	0.04
y6	-0.03	-0.12	0.14	-0.08	0.13	-0.01	-0.06
x7	-0.14	-0.12	0.00	-0.11	-0.08	-0.03	0.00
y7	-0.02	-0.08	0.14	-0.10	0.20	0.05	-0.04
x8	-0.18	-0.09	0.01	-0.22	-0.06	-0.11	0.02
y8	0.01	-0.05	0.13	-0.14	0.24	0.10	-0.04
x9	-0.21	-0.03	0.01	-0.35	-0.03	-0.18	-0.02
y9	0.04	-0.02	0.15	-0.06	0.25	0.16	0.12
x10	-0.05	0.23	0.00	0.06	0.29	-0.20	-0.02
y10	0.11	-0.06	-0.15	-0.18	0.04	0.14	0.58
x11	-0.03	0.16	0.01	0.17	0.27	-0.15	0.14
y11	0.08	0.10	-0.10	-0.30	0.06	0.31	-0.20
x12	0.03	-0.02	0.03	0.14	0.19	0.15	0.03
y12	0.05	0.24	-0.13	-0.18	0.07	0.08	-0.13
x13	-0.02	-0.13	0.03	0.18	0.02	0.30	-0.15
y13	0.06	0.21	-0.13	-0.09	0.03	0.08	-0.06
x14	-0.07	-0.15	0.00	0.11	-0.06	0.21	-0.01
y14	0.05	0.16	-0.13	0.00	-0.07	0.06	0.03
x15	-0.10	-0.14	0.00	0.02	-0.08	0.09	0.04
y15	0.03	0.12	-0.14	0.08	-0.13	0.01	0.06
x16	-0.14	-0.12	0.00	-0.11	-0.08	-0.03	0.00
y16	0.02	0.08	-0.14	0.10	-0.20	-0.05	0.04
x17	-0.18	-0.09	0.01	-0.22	-0.06	-0.11	0.02
y17	-0.01	0.05	-0.13	0.14	-0.24	-0.10	0.04
x18	-0.21	-0.03	0.01	-0.35	-0.03	-0.18	-0.02
y18	-0.04	0.02	-0.15	0.06	-0.25	-0.16	-0.12
x19	0.02	0.31	0.29	-0.02	-0.23	0.13	0.05
y19	0.04	-0.01	0.05	-0.01	-0.02	0.07	0.10
x20	0.05	0.17	0.08	0.02	-0.17	0.03	0.08
y20	0.00	0.00	0.03	0.04	-0.03	-0.01	-0.02
x21	0.09	0.05	-0.10	0.04	-0.08	0.00	0.03
y21	0.00	0.00	0.02	0.02	-0.02	-0.04	0.00
x22	0.13	-0.06	-0.28	0.03	0.00	-0.04	-0.05
y22	-0.01	0.00	0.01	0.03	-0.02	0.00	0.03
x23	0.18	-0.18	-0.46	0.04	0.09	-0.09	-0.13
y23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
x24	0.13	-0.06	-0.28	0.03	0.00	-0.04	-0.05
y24	0.01	0.00	-0.01	-0.03	0.02	0.00	-0.03
x25	0.09	0.05	-0.10	0.04	-0.08	0.00	0.03
y25	0.00	0.00	-0.02	-0.02	0.02	0.04	0.00
x26	0.05	0.17	0.08	0.02	-0.17	0.03	0.08
y26	0.00	0.00	-0.03	-0.04	0.03	0.01	0.02
x27	-0.02	0.31	0.29	-0.02	-0.23	0.13	0.05
y27	-0.04	0.01	-0.05	0.01	0.02	-0.07	-0.10
x28	0.78	-0.21	0.31	-0.16	-0.06	-0.26	-0.10

Coeficientes de variables canónicas: *R. productus*.

	CV1	CV2
x1	-307.20	256.19
y1	-220.42	113.29
x2	561.39	-183.56
y2	562.42	-149.57
x3	-479.07	51.85
y3	-1073.15	970.00
x4	-947.15	23.33
y4	-1460.74	-297.15
x5	3906.65	-190.36
y5	3495.73	436.96
x6	-3601.64	1465.62
y6	-2050.33	-343.58
x7	1313.69	-2979.79
y7	976.35	-1365.95
x8	111.11	869.40
y8	562.67	629.68
x9	-661.50	678.60
y9	-753.78	120.82
x10	-307.20	256.19
y10	220.42	-113.29
x11	561.39	-183.56
y11	-562.42	149.57
x12	-479.07	51.85
y12	1073.15	-970.00
x13	-947.15	23.33
y13	1460.74	297.15
x14	3906.65	-190.36
y14	-3495.73	-436.96
x15	-3601.64	1465.62
y15	2050.33	343.58
x16	1313.69	-2979.79
y16	-976.35	1365.95
x17	111.11	869.40
y17	-562.67	-629.68
x18	-661.50	678.60
y18	753.78	-120.82
x19	586.56	37.02
y19	-668.53	-142.76
x20	3735.69	-548.97
y20	807.04	-882.97
x21	-8139.79	902.00
y21	-26.69	-769.87
x22	3670.95	-406.08
y22	633.44	-717.27
x23	485.03	80.81
y23	0.00	0.00
x24	3670.95	-406.08
y24	-633.44	717.27
x25	-8139.79	902.00
y25	26.69	769.87
x26	3735.69	-548.97
y26	-807.04	882.97
x27	586.56	37.02
y27	668.53	142.76
x28	15.57	-31.29
y28	0.00	0.00

Anexo IV. Comparación entre las poblaciones norte y sur sin los individuos de Nayarit

norte - sur	
Valor de P	0,8320
1,000 permutaciones	
Valor de P	0,0200
2,000 permutaciones	
Valor de P	0,0240

Anexo V. Análisis de *R. lentiginosus*

Componentes Principales: *R. lentiginosus*.

	Eigenvalores	Varianza (%)	Acumulativa (%)
1	0.00073474	48.36	48.36
2	0.00051828	34.11	82.47
3	0.0000999	6.58	89.04
4	0.000057	3.75	92.79
5	0.00004041	2.66	95.45
6	0.0000298	1.96	97.42
7	0.00001507	0.99	98.41
8	0.00001395	0.92	99.33
9	0.00000488	0.32	99.65
10	0.00000194	0.13	99.77
11	0.00000139	0.09	99.87
12	0.00000096	0.06	99.93
13	0.00000061	0.04	99.97
14	0.00000032	0.02	99.99
15	0.00000001	0.01	100.00
16	0.00000007	0.00	100.00

Coefficientes de Componentes Principales: *R. lentiginosus*.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
x1	-0.11	0.14	-0.12	0.28	0.16	0.09	0.07
y1	0.12	0.06	-0.10	0.02	-0.02	0.38	0.35
x2	-0.11	0.11	-0.22	0.16	0.02	-0.02	-0.03
y2	0.12	-0.08	-0.17	-0.13	-0.18	0.09	0.01
x3	-0.06	-0.03	-0.26	0.12	-0.03	-0.24	-0.11
y3	0.16	-0.19	-0.16	-0.13	-0.17	0.02	-0.04
x4	0.05	-0.05	-0.19	-0.04	-0.15	0.05	-0.02
y4	0.15	-0.18	-0.10	-0.01	-0.02	-0.11	-0.03
x5	0.12	-0.04	-0.09	-0.05	-0.12	0.04	0.01
y5	0.09	-0.19	-0.07	0.06	0.04	-0.11	-0.05
x6	0.16	-0.05	0.00	-0.03	-0.05	0.07	0.00
y6	0.05	-0.19	-0.04	0.12	0.09	-0.15	0.00
x7	0.19	-0.05	0.09	-0.01	0.00	0.04	-0.01
y7	0.01	-0.19	-0.02	0.18	0.14	-0.08	0.08
x8	0.21	-0.06	0.19	0.05	0.09	0.01	0.00
y8	-0.04	-0.16	-0.07	0.18	0.11	0.01	0.10
x9	0.22	-0.06	0.28	0.12	0.19	0.04	0.00
y9	-0.10	-0.12	-0.17	0.14	0.01	0.15	0.18
x10	-0.11	0.14	-0.12	0.28	0.16	0.09	0.07
y10	-0.12	-0.06	0.10	-0.02	0.02	-0.38	-0.35
x11	-0.11	0.11	-0.22	0.16	0.02	-0.02	-0.03
y11	-0.12	0.08	0.17	0.13	0.18	-0.09	-0.01
x12	-0.06	-0.03	-0.26	0.12	-0.03	-0.24	-0.11
y12	-0.16	0.19	0.16	0.13	0.17	-0.02	0.04
x13	0.05	-0.05	-0.19	-0.04	-0.15	0.05	-0.02
y13	-0.15	0.18	0.10	0.01	0.02	0.11	0.03
x14	0.12	-0.04	-0.09	-0.05	-0.12	0.04	0.01
y14	-0.09	0.19	0.07	-0.06	-0.04	0.11	0.05
x15	0.16	-0.05	0.00	-0.03	-0.05	0.07	0.00
y15	-0.05	0.19	0.04	-0.12	-0.09	0.15	0.00
x16	0.19	-0.05	0.09	-0.01	0.00	0.04	-0.01
y16	-0.01	0.19	0.02	-0.18	-0.14	0.08	-0.08
x17	0.21	-0.06	0.19	0.05	0.09	0.01	0.00
y17	0.04	0.16	0.07	-0.18	-0.11	-0.01	-0.10
x18	0.22	-0.06	0.28	0.12	0.19	0.04	0.00
y18	0.10	0.12	0.17	-0.14	-0.01	-0.15	-0.18
x19	0.00	0.15	0.00	-0.19	0.03	-0.26	0.32
y19	-0.03	-0.01	0.16	0.24	-0.38	-0.13	0.07
x20	-0.05	0.11	0.02	-0.13	-0.01	-0.12	0.14
y20	-0.02	0.00	0.12	0.18	-0.25	-0.09	0.06
x21	-0.09	0.06	0.04	-0.06	-0.04	0.03	-0.04
y21	-0.01	0.02	0.07	0.13	-0.18	-0.01	0.07
x22	-0.13	0.01	0.07	0.00	-0.07	0.17	-0.22
y22	0.00	0.01	0.06	0.08	-0.14	0.00	0.07
x23	-0.17	-0.03	0.10	0.07	-0.09	0.30	-0.39
y23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
x24	-0.13	0.01	0.07	0.00	-0.07	0.17	-0.22
y24	0.00	-0.01	-0.06	-0.08	0.14	0.00	-0.07
x25	-0.09	0.06	0.04	-0.06	-0.04	0.03	-0.04
y25	0.01	-0.02	-0.07	-0.13	0.18	0.01	-0.07
x26	-0.05	0.11	0.02	-0.13	-0.01	-0.12	0.14
y26	0.02	0.00	-0.12	-0.18	0.25	0.09	-0.06
x27	0.00	0.15	0.00	-0.19	0.03	-0.26	0.32
y27	0.03	0.01	-0.16	-0.24	0.38	0.13	-0.07
x28	-0.55	-0.60	0.22	-0.26	0.01	0.08	0.23

Anexo VI. Glosario

➤ Ajuste de Procrustes: Es un método de superposición que compara formas, definidas por configuraciones de puntos ajustándolas mediante el uso de los criterios de traslación centrando las configuraciones de puntos; rotación ajusta las configuraciones para minimizar la diferencia entre ellas; escala estandariza la configuración de puntos con respecto al tamaño del centroide.

➤ Análisis de Componentes Principales (ACP): Es una herramienta descriptiva utilizada para observar y explicar la variación entre individuos, implica la sustitución de las variables originales por los componentes principales (CP's). Una de las ventajas de este método es que la variación de los individuos queda descrita en unos cuantos CP's, el carácter que contenga la mayor variación será el primer componente principal (1 CP), el segundo componente principal tendrá una menor variación pero explicara asociaciones que el primero no y así sucesivamente.

El ACP no es más que una rotación de los datos originales, en la que los componentes principales pasan a ser los ejes, su utilidad recae en el hecho de que los caracteres usados en un estudio coovarian, debido a que interactúan entre ellos y se ven afectados por procesos similares. Lo que se obtiene a partir de este análisis es una tabla en la que se presentan: los valores de los componentes principales, es decir, la distancia entre los ejemplares y la media de los CP's, la variación de cada componente o varianza y el porcentaje que éste representa de la varianza total.

➤ Análisis de Variables Canónicas (AVC): Es una herramienta descriptiva que facilita observar y explicar la variación entre grupos formados *a priori* y mutuamente excluyentes. Un grupo es un conjunto de individuos que comparten un carácter distintivo y que no presentan estados intermedios.

Mediante el AVC se encuentran los caracteres que separan de mejor manera a los grupos dentro de una muestra, los resultados producidos por este método son distintos a los del ACP debido a que se están describiendo diferencias entre grupos y no entre individuos. Este análisis no puede ser usado para comprobar diferencias significativas entre grupos para eso es necesario un análisis multivariado de varianza. Sin embargo, se obtiene la distancia de Mahalanobis y de Procrustes.

- Distancia de Mahalanobis: Se basa en la correlación entre variables, mediante la cual diferentes patrones pueden identificarse y analizarse, indica la similitud entre un conjunto de datos desconocidos contra un conjunto de datos conocidos, toma en cuenta las correlaciones del conjunto de datos y no varía con la escala.

Permite comprobar si un grupo pertenece o no a un conjunto y esto estará en función de la cercanía relativa al centro donde se agrupan el mayor número de puntos de un grupo.

- Distancia de Procrustes: es la menor distancia entre dos configuraciones en el espacio de la forma de Kendall, es definida como la raíz cuadrada de las sumas al cuadrado de las distancias entre dos configuraciones de puntos sin los efectos de posición, rotación y tamaño.

- Análisis de Función Discriminantes (AFD): Es una técnica de estadística multivariada, en la que la variable dependiente es categórica y las categorías son los grupos previamente asignados a los organismos, las variables independientes son continuas y determinan a qué grupo pertenecen los organismos. Tiene como objetivo identificar la pertenencia de los individuos a un grupo, en función de un conjunto de variables medidas.

Los resultados obtenidos en ACP, AVC y AFD, pueden ser visualizados mediante rejillas de deformación, gráficas de entrelineado, diagramas de dispersión de puntos y pruebas paramétricas de T-cuadrada. La ventaja de las representaciones visuales es que pueden ser referidas a una unidad de escala que se encuentra en los diagramas de dispersión de puntos.

Estos análisis utilizaron los componentes simétricos con un intervalo de confianza del 95%.

Por consenso sólo se usan los eigenvalores que tienen más del 5% de la variación de la muestra que normalmente son los cinco primeros.

- Kruskal-Wallis: Es un método no paramétrico que compara entre dos medias o más y permite probar si un grupo de datos proviene o no de la misma población. Es muy parecido a una ANOVA con los datos remplazados por categorías. Es el método más adecuado para comparar poblaciones cuyas distribuciones no son normales. Incluso cuando las poblaciones son normales, éste contraste funciona bien.

- Puntos de tipo 1: Corresponden a hitos localizados en la intersección, de tres estructuras, centros de estructuras muy pequeñas, intersecciones de curvas. Ejemplos de estos hitos son las intersecciones de suturas o el centro de pequeños forámenes.
- Puntos de tipo 2: Corresponden a puntos ubicados en curvaturas máximas, donde existe aplicación de fuerzas biomecánicas como las cúspides de los molares o la parte más prominente de una tuberosidad donde se inserta algún músculo.
- Puntos de tipo 3: Corresponden a hitos extremos cuya definición está dada por estructuras distantes. Gran parte de los puntos usados en morfometría tradicional corresponden a este tipo: diámetros, largos máximos.
- Semi-puntos: Corresponden a puntos localizados en una curva se orientan de acuerdo a la posición de otros hitos o estructuras, y que pueden desplazarse levemente en ella. Se utilizan para el análisis de formas carentes de hitos homólogos.

Anexo VII. Esquema

