



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



DESCRIPCIÓN MERÍSTICA Y MORFOMÉTRICA COMPARATIVA DE LAS ESPECIES *Sceloporus licki*, *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus orcutti* (SQUAMATA: PHRYNOSOMATIDAE) DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO



TESIS

Para obtención del grado de

Bióloga

Presenta

Edith Andrea Navarro Tiznado

Ensenada, B.C., Junio de 2014

COMITÉ TUTORIAL



Dra. Patricia Galina Tessaro
Directora de tesis



Dr. Gorgonio Ruiz Campos
Codirector de tesis



M. en C. Jorge Heriberto Valdez Villavicencio
Sinodal



M. en C. Jorge Alaníz García
Sinodal

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias

**Descripción merística y morfométrica comparativa de las especies *Sceloporus licki*,
Sceloporus hunsakeri y *Sceloporus orcutti* (Squamata: Phrynosomatidae) de la Península de
Baja California, México**

TESIS

Para obtener el título de Bióloga

Presenta

Edith Andrea Navarro Tiznado

Aprobado por:



Dra. Patricia Galina Tessaro



Dr. Gorgonio Ruiz Campos



M. en C. Jorge Alaníz García



M en C. Jorge Heriberto Valdez Villavicencio

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) por la beca otorgada y brindarme los recursos necesarios durante mi estancia en dicha institución.

A la Universidad Autónoma de Baja California por facilitarme el acceso y uso de las instalaciones del Laboratorio de Vertebrados durante el proceso de exanimación de ejemplares para el análisis morfológico y la obtención de datos biométricos.

Al Museo de Historia Natural de San Diego por permitirme utilizar sus instalaciones y acceso a especímenes para el análisis morfológico del presente estudio.

A mi familia por siempre estar a mi lado apoyándome, por ser parte fundamental en mi vida y por motivarme a esforzarme para lograr las metas que me propongo.

A mi directora de tesis Dra. Patricia Gallina, no tengo palabras para expresar mi agradecimiento, sin duda es un ejemplo de persona a la cual considero una amiga, gracias por abrirme las puertas de su casa, por dedicar su tiempo para que pudiera sacar este trabajo adelante y sin duda por estar al pendiente de mí, para que todo saliera perfectamente, gracias por alentarme, por su confianza y su cariño.

Al Dr. Gorgonio Ruiz Campos por ser el codirector de la tesis, gracias porque siempre estuvo dispuesto a ayudarme, sin importar cuantas veces se tuvieran que repetir los análisis de datos, por ser un excelente maestro, y un gran ejemplo de perseverancia y compromiso, y sobre todo por tenerme mucha paciencia.

Un agradecimiento especial al M. en C. Jorge H. Valdez Villavicencio por ser mi maestro en Herpetología, por dedicar su tiempo y esfuerzo, por no ser solo un maestro sino un amigo, que siempre me apoyó tanto en la tesis como en otros proyectos, siempre animándome a hacer más cosas, ha buscar y a seguir adelante, gracias por compartir tus conocimientos y sobre todo gracias por todas las correcciones que le hiciste a mi tesis.

Al Dr. Bradford Hollingsworth por compartir sus conocimientos y su valioso tiempo, y por hacer mi estadía en el Museo de Historia Natural de lo más agradable.

A la M. en C. Daniela López por animarme a realizar la tesis, sin ella no hubiera realizado esta tesis, muchas gracias por confiar en mí y por todo el apoyo que me brindaste.

Al M. en C. Jorge Alaníz García por formar parte de mi comité de tesis y estar siempre alentando a los alumnos para realizar estudios.

Al Dr. Faustino Camarena Rosales por brindarme las herramientas estadísticas para poder realizar mis análisis estadísticos, además ser una persona que siempre me dio ánimo y me contagio su alegría.

A mis amigos Adriana Mateos, Liliana Ortiz e Israel Hernández por alentarme a emprender nuevos retos, por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos, porque sin ustedes las salidas al campo nunca hubieran sido las mismas, gracias por su amistad.

A Niko Gonzales, por motivarme a terminar la tesis, y por siempre estar a mi lado animándome en los momentos de desesperación.

A los técnicos del CIBNOR Israel Guerrero, Abelino Cota, Franco Cota, así como a Narda Cota; gracias por su tiempo, y por brindarme un poco de sus muchos conocimientos, Gracias por compartirme su experiencia en el campo y por hacer mi estadía en el CIBNOR una experiencia agradable.

A Geovanni Cordero por tener siempre la disposición de ayudarme, y por elaborar unos lindos mapas de distribución. A Alejandro Plata por darme consejos para la elaboración de la tesis, y estarme alentando a hacer mejor las cosas.

A mis compañeras de trabajo Eliana Rosas, Roció Zavala y Edith Carpio por animarme y por su valiosa amistad durante el tiempo que tenemos de conocernos.

Resumen

Se efectuó una descripción y comparación morfológica de tres especies del género *Sceloporus* (*S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*) de la península de Baja California, México, con base en 22 caracteres anatómicos (8 merísticos y 14 morfométricos) de 214 especímenes examinados. Los principales caracteres merísticos y morfométricos para distinguir a las especies examinadas fueron las escamas dorsales, el ancho y largo de escama rostral, y el ancho de la cabeza. A nivel de sexos, los caracteres diagnósticos para separar los sexos de estas tres especies fueron, en el caso de las hembras, las escamas dorsales, los poros femorales izquierdos y el ancho de la escama rostral; mientras que en los machos fueron las escamas dorsales, el ancho de la escama rostral y el largo de la escama rostral. Los caracteres discriminantes para los estadios de edad de las tres especies estudiadas, fueron en el caso de juveniles las escamas dorsales, la longitud del metacarpo y los poros femorales izquierdos; mientras que los adultos se distinguen por las escamas dorsales, la longitud del metatarso y la longitud de la escama rostral. El principal carácter diagnóstico, que permite la identificación correcta entre especies, sexos y edades de las tres especies son las escamas dorsales. Este análisis merístico y morfométrico comparativo de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, determinó una mayor relación entre las especies simpátricas *S. licki* y *S. hunsakeri*.

Palabras clave: *Sceloporus licki*, *Sceloporus hunsakeri*, *Sceloporus orcutti*, morfometría, merística, península de Baja California.

Tabla de contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. Justificación.....	3
III. ANTECEDENTES	4
III.I. Descripción de las especies.....	6
III.I.2. <i>Sceloporus licki</i>	6
III.I.2. <i>Sceloporus hunsakeri</i>	8
III.I.3. <i>Sceloporus. orcutti</i>	10
IV. HIPÓTESIS	13
IV.I. Hipótesis 1.	13
IV.II. Hipótesis 2.	13
V. OBJETIVO.....	13
V.I. Objetivo general.	13
V.II. Objetivos específicos	13
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
VI.I. Área de estudio	14
1) La Región del Cabo	14
2) La Región Desértica.....	15
3) La Region Mediterránea (provincia Florística de California).....	17
VI.II. MEDICIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS	18
VI.II.I. Morfometría.....	19
VI.II.II. Merística.....	23
VII. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	26
VII. I. Análisis estadístico.....	27
VIII. RESULTADOS.....	28

VIII.I. Promedios de la medida morfométrica longitud total del Hocico-Cloaca.	30
VIII.II. Comparación merística y morfométrica con gráficas de cajas y bigotes.....	31
VIII.III. Comparaciones entre las especies <i>Sceloporus licki</i> , <i>S. hunsakeri</i> y <i>S. orcutti</i>	36
VIII.IV. Comparación entre sexos de <i>S. licki</i> , <i>S. hunsakeri</i> y <i>S. orcutti</i>	41
VIII.V. Comparación entre edades (juveniles y adultos) de <i>Sceloporus licki</i> , <i>S. hunsakeri</i> y <i>S. orcutti</i>	51
X. DISCUSIÓN	60
XI. CONCLUSIÓN.....	63
XII. LITERATURA CITADA.....	63
ANEXO 1.....	69
ANEXO FOTOGRÁFICO.....	70

Listado de Figuras

Figura 1. Imagen de <i>S. licki</i>	6
Figura 2. Imagen de <i>S. hunsakeri</i>	8
Figura 3. Imagen de <i>Sceloporus. orcutti</i>	10
Figura 4. Mapa de distribución d las especies de <i>Sceloporus</i> ,.....	12
Figura 5. Medidas morfométricas del largo total del organismo.	20
Figura 6. Zona cloacal.....	20
Figura 7. Medidas morfométricas de la cabeza, de lagartijas del género <i>Sceloporus</i>	21
Figura 8. Medidas morfométricas de las tres especies de <i>Sceloporus</i> , (húmero, radio, metacarpo y dedo del metacarpo).	21
Figura 9. Medidas morfométricas de las tres especies de <i>Sceloporus</i> , (fémur, tibia, metatarso y dedo del metatarso).	22
Figura 10. Medición de las escamas rostrales (Smith, 1939).	22
Figura 11. Conteo merístico de las escamas ventrales y dorsales.....	24
Figura 12. Conteo merístico de las escamas ubicadas en la cabeza del organismo.	25

Figura 13. Conteo merístico de los poros femorales..... 25

Figura 14. Diferencias entre machos y hembras con base en las escamas post-anales, a) representa a la hembra y b) representa al macho. 29

Figura 15. Diferencias encontradas en las medidas merísticas, de las tres especies examinadas (1=*S. licki*, 2=*S. hunsakeri* y 3=*S. orcutti*)..... 32

Figura 16. Diferencias en el número de escamas dorsales en las hembras del género *Sceloporus* (HA= *S. licki*, HB= *S. hunsakeri* y HC= *S. orcutti*)..... 33

Figura 17. Diferencias en el número de escamas dorsales en los machos del género *Sceloporus* (MA= *S. licki*, MB= *S. hunsakeri* y MC= *S. orcutti*).. 33

Figura 18. Diferencias en el número de escamas dorsales de los adultos de las tres especies (Adulto-1= *S. licki*, Adulto-2= *S. hunsakeri* y Adulto-3= *S. orcutti*)..... 34

Figura 19. Diferencias en el largo del hocico en milímetros de los adultos de las tres especies (Adulto-1= *S. licki*, Adulto-2= *S. hunsakeri* y Adulto-3= *S. orcutti*)..... 35

Figura 20. Diferencia morfométrica encontrada en milésimos de los adultos de las tres especies (Adulto-1= *S. licki*, Adulto-2= *S. hunsakeri* y Adulto-3= *S. orcutti*)..... 35

Figura 21. Grafica de cajas y bigotes mostrando las diferencias encontradas en un carácter merístico, de los juveniles del género *Sceloporus* (Juvenil-1= *S. licki*, Juvenil-2= *hunsakeri* y Juvenil-3= *orcutti*) 36

Figura 22. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz..... 40

Figura 23. Dendograma de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos para todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio..... 40

Figura 24. Dendograma de los valores de la primera y segunda raíz canónica, 48

Figura 25. Dendograma de los valores de la primera y segunda raíz, 49

Figura 26. Dendograma de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos de las hembras para todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio. 50

Figura 27. Dendograma de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos de los machos para todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio. . 50

Figura 28. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz, generado por análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos y merísticos de los juveniles de las especies *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. 57

Figura 29. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz, generado por análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos y merísticos de los adultos de las especies *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. 58

Figura 30. Diagramas de dispersión de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos para los juveniles de todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio. 59

Figura 31. Diagramas de dispersión de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos para los adultos de todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio. 59

Listado de Tablas

Tabla I. Abreviaturas utilizadas para realizar los caracteres merísticos y morfométricos de las tres especies de *Sceloporus* (*S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*)..... 26

Tabla II. Promedios de la LHC (mm) en las tres especies del género *Sceloporus*. 30

Tabla III. Promedio de la LHC (mm) para hembras y machos de las especies *Sceloporus*. 30

Tabla IV. Promedio de la LHC (mm) para juveniles y adultos de las tres especies. 31

Tabla V. Variables significativas (*) de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* obtenidas con el AFD..... 36

Tabla VI. Matriz de clasificación que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación. 38

Tabla VII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas, de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*..... 38

Tabla VIII. Variables significativas en las hembras de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* obtenidas con el AFD..... 42

Tabla IX. . Variables significativas en los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* con el AFD..... 42

Tabla X. Matriz de clasificación de las hembras de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación. 44

Tabla XI. Matriz de clasificación de los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación. 45

Tabla XII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas de las hembras de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. 46

Tabla XIII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas de los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. 47

Tabla XIV. Identificación de variables significativas en los juveniles de las especies *Sceloporus* con el AFD. 51

Tabla XV. Identificación de variables significativas en los adultos de las tres especies de *Sceloporus* con el AFD. 52

Tabla XVI. Matriz de clasificación de los juveniles de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación. 54

Tabla XVII. Matriz de clasificación de los adultos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación. 54

Tabla XVIII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas de los juveniles de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. 55

Tabla XIX. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas de los adultos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. 56

Tabla XX. Comparación de resultados obtenidos con respecto a los resultados obtenidos por Hall- Smith (1979). 69

I. INTRODUCCIÓN

Históricamente, la clasificación y separación taxonómica de las especies, han estado basadas en las descripciones morfológicas de los organismos (Van der Moler *et al.*, 2007). Durante siglos, las características anatómicas y descripciones de los organismos han sido de gran importancia en la biología, ya que permite hacer comparaciones que sirven de base para comprender la diversidad biológica y poder realizar clasificaciones taxonómicas. La explicación a estas variaciones es posible con herramientas que incluyen morfología funcional, ecomorfología, selección sexual y evolución (Adams *et al.* 2004; Fuentes, 2004; Wimberger, 1992).

En los inicios de la disciplina de la morfología, se realizaban descripciones de las estructuras que se observaban, como lo son células, tejidos y órganos. Las comparaciones entre grupos o poblaciones se realizaban con las dimensiones obtenidas de manera lineal, la forma del organismo era considerada como una cualidad y no era descrita con base a sus dimensiones cuantitativas. A partir de 1930, estadísticos como Pearson y Fisher desarrollaron métodos de análisis con el objetivo de describir estándares que mostraran las variaciones morfológicas entre grupos y organismos. Esto marcó el inicio de la utilización del análisis estadístico multivariado, que incluye la utilización de las variables canónicas, análisis de componentes principales y las funciones discriminantes; es con estos métodos estadísticos con los que inicia la morfometría tradicional (Marcus, 1990; Rohlf y Marcus, 1993; Adams *et al.*, 2004).

Hasta hace pocos años, el análisis morfométrico tradicional ha sido el más utilizado a nivel taxonómico, en especial para diferenciar especies, debido a su objetividad (Rohlf, 1990; Adams *et al.*, 2004; Mutanen y Pretorius 2007; Mitteeoeker y Gunz 2009), es por ello que la morfometría tradicional funge una importante función en este estudio, ya que nos permitirá conocer las diferencias entre las especies del género *Sceloporus* referidas como *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

La morfometría en sí, se define como el estudio cuantitativo de la forma de los organismos para realizar comparaciones y detectar diferencias, cuyo análisis utiliza la estadística y modelos matemáticos complejos (Marcus, 1990). La morfometría no solo permite clasificar a

los organismos dentro de un grupo, si no que nos permite diferenciar entre especies, dependiendo del organismo y las características que presente. La completa diferenciación taxonómica incluye la utilización de caracteres merísticos y morfométricos (Strauss y Bond, 1990).

Las características merísticas por su parte, nos permiten conocer aquellas estructuras que pueden ser cuantificadas, como son las vértebras, radios de las aletas, escamas, entre otras estructuras, y con base en los resultados, poder hacer comparaciones que permitan diferenciar entre especies o géneros. Los factores ambientales pueden influir en los caracteres merísticos, por ejemplo la temperatura afecta los caracteres merísticos en etapas tempranas del desarrollo del organismo. La variación de esta naturaleza se ha observado en muchas especies (Hubbs, 1922; Taning, 1952; Weisel, 1955; Lindsey, 1958; Fowler, 1970) y debe tenerse en cuenta en los estudios con caracteres numéricos. Los caracteres merísticos pueden ser también dependientes del tamaño entre las especies (Strauss, 1985).

El estudio de los caracteres morfométricos y merísticos se emplea con frecuencia cuando se plantea la hipótesis de la existencia de más de una población en una misma especie, debido a que ha mostrado su utilidad para poner de manifiesto diferencias intraespecíficas.

Las lagartijas del género *Sceloporus* forman uno de los grupos más grandes, y recientes entre los reptiles del nuevo mundo. Su éxito evolutivo va acompañado de gran variabilidad y su distribución continua, que dificulta diferenciar a las especies de este género. Las lagartijas del género *Sceloporus*, presentan poros femorales, cuerpos deprimidos, escamas dorsales imbricadas y quilladas, así como un escudo occipital agrandado, escamas ventrales lisas, collar con bolsa gular y dientes pterigoideos, que lo distinguen de otros géneros (Smith, 1939).

El género *Sceloporus*, es uno de los géneros de reptiles más grande, con aproximadamente 80 especies (Sites *et al.*, 1992). Este género se distribuye desde el sur de Canadá a Panamá, pero son más diversas en el suroeste EE.UU. y México. Debido a su abundancia y diversidad, el género *Sceloporus* ha sido objeto de intensas investigaciones, incluyendo estudios de comportamiento, interacciones huésped-parásito, evolución de la historia de vida, citogenética, biología reproductiva, biogeografía, entre otras (Sites *et al.*, 1992).

A pesar de este enorme cuerpo de investigación, no se tiene suficiente información que permita conocer con exactitud las relaciones filogenéticas de las especies del género *Sceloporus*. Aunque ha habido varios estudios sistemáticos importantes como el de Hall en 1973 y Smith en el año 1939, así como los de Leaché y Sites (2009) y Leaché (2010).

Las especies objeto de este estudio, *S. hunsakeri*, y *S. licki*, son especies hermanas o especies crípticas (Wiens y Reeder, 1997) y junto con *Sceloporus orcutti* forman el complejo *orcutti* (Sites *et al.*, 1992). A su vez, estas especies junto con *S. zosteromus*, *S. magister* y *S. lineatulus* conforman el grupo *magister*, (Bell *et al.*, 2003; Leaché y Mulcahy, 2007; Leaché y Sites, 2009; Leaché, 2010). Las especies del complejo *orcutti* son morfológicamente similares aunque tienen características propias que se describen más adelante, en ocasiones en campo, suelen ser difíciles de diferenciar por compartir similitudes morfológicas (particularmente entre hembras y juveniles).

Aunque *S. licki* y *S. hunsakeri* son esencialmente semejantes en sus proporciones del cuerpo y cabeza, así como en los conteos de poros femorales, la escamas del cuerpo, y craneales, se conoce que estas especies son diferentes (Hall y Smith, 1979). En general los patrones de coloración son los que muestran las diferencias, además presentan diferentes temporadas reproductivas, por lo que deben considerarse como dos especies simpátricas que son ecológicamente diferenciadas y también genéticamente independientes (Hall y Smith, 1979).

Se sabe que *S. hunsakeri* y *S. orcutti* ocupan nichos bastante similares ecológicamente, debido a que ambas especies son petricolas. También poseen muchos aspectos en común con respecto a su coloración (Hall y Smith, 1979).

II. Justificación

A simple vista es difícil reconocer el sexo de cualquiera de las tres especies motivo de estudio fuera de la época reproductiva, especialmente cuando se trata de distinguir una hembra adulta o un macho juvenil, incluso se pueden cometer errores de identificación si no se conocen las escamas que forman parte del dimorfismo sexual. Es por ello que la importancia de este estudio se centra en hacer las descripciones morfológicas y merísticas de ambas especies de una

manera detallada, con la finalidad de poder distinguir las claramente y con ello facilitar en estudios posteriores su identificación, de acuerdo a la edad y el sexo al que pertenecen. De igual manera se busca conocer aquellos caracteres que puedan ser significativos o de carácter diagnóstico.

III. ANTECEDENTES

El origen de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, ocurrió con la formación de la península de Baja California. Leaché (2010), menciona tres eventos geológicos ocurridos en el Mioceno tardío en la Región del Cabo, que explican la distribución de las especies (Stock y Hodges 1989; Ferrari 1995; Lee *et al.*, 1996). El primer evento ocurrió con la ruptura de la península de Baja California que originó los endemismos en esta zona, eventualmente la Región del Cabo y parte del Norte de la Península de Baja California emergieron, pero debido a las fluctuaciones de los niveles del mar, la conexión se rompió varias veces creando una mayor especiación (Riddle *et al.*, 2000, Murphy y Aguirre-León, 2002). El tercer evento ocurrió en el Plioceno temprano donde *S. licki*, se separó de *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. Volviendo a incorporarse la Región del Cabo en el Plioceno tardío, este evento restringió la distribución de las especies *S. hunsakeri* y *S. licki* a la Región del Cabo, y la especie *S. orcutti* siguió invadiendo otras regiones al norte de la Región del Cabo (Murphy y Aguirre-León, 2002).

La especie *Sceloporus licki* fue descrita por Van Denburgh (1895), sin embargo Smith (1939) la describe como una subespecie de *Sceloporus orcutti* (*S. o. licki*) no habiéndose diferenciado aún a *S. licki* y *S. hunsakeri* como especies distintas. Posteriormente, Hall y Smith (1979) describen a esta última como una nueva especie, mencionando las características morfológicas, distribución y comportamiento, y quedando entonces bien diferenciadas las tres especies del complejo *orcutti*.

En 1939, Smith, realizó la descripción de *S. orcutti*, donde indica que el promedio de la longitud hocico-cloaca (LHC) es de 109 mm, posee un intervalo de 36-44 escamas ventrales, de 29-37 escamas dorsales y de 10-15 poros femorales. En este mismo artículo se realizó la descripción de la subespecie *S. orcutti licki*.

Hall y Smith (1979) describen a *Sceloporus hunsakeri* como una especie que no posee collar dorsal nuchal, tiene de 33-37 escamas dorsales, con un intervalo de 12-18 poros femorales; presenta de 7 a 19 escamas preanales, 5 escamas supraoculares en cada lado, de 2-4 escamas supralabiales en cada lado, y 5 escamas infralabiales de cada lado. La longitud hocico-cloaca es aproximadamente de 78 mm, la cabeza presenta 18 mm de largo y 17 mm de ancho. No existe evidencia de alguna franja clara en la región del hombro, las hembras y crías poseen manchas en líneas en la garganta.

En el trabajo de campo realizado por Hall en 1973 en la Región del Cabo, Baja California Sur, se encontraron registros de tres distintas especies de *Sceloporus*, las cuales son simpátricas, y aparentemente similares entre sí. Sin embargo, Hall descubrió que existían variaciones en los lugares de distribución, encontrando a una de las especies variantes como arbórea y a las otras petricolas, logrando con este descubrimiento la reexaminación del material recolectado en Baja California y con esto permitió diferenciar a *S. orcutti*, *S. licki* y *S. hunsakeri* como especies diferentes y no como subespecies (Hall y Smith 1979)

Para separar a las tres especies Hall y Smith (1979) realizaron análisis merísticos, cuantificando las escamas supraoculares, internasales, preoculares, suboculares, preanales, infralabiales, dorsales ventrales y poros femorales; también se hicieron análisis morfométricos tomando medida de la longitud hocico-cloaca, ancho de la cabeza, la longitud de las patas delanteras y traseras, y el metacarpo y metatarso del cuarto dedo hasta la base del pie, por mencionar algunas medidas.

Leaché (2007) realizó un estudio genético del género *Sceloporus*, donde comparó a 53 especies de *Sceloporus*, utilizando el ADN mitocondrial de seis genes, formando los árboles filogenéticos que demuestran el parentesco que tienen las especies del grupo magister (*Sceloporus orcutti*, *S. licki*, *S. hunsakeri*, *S. zosteromus*, *S. magister* y *S. lineatulus*). Hay dos especies (*Sceloporus hunsakeri* y *S. orcutti*), que se encuentran mejor emparentados, con respecto a *S. licki*.

Köhler y Heimes (2002), elaboraron una clave dicotómica para la identificación de las lagartijas espinosas del género *Sceloporus*, donde se identifican a las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, mostrando un conjunto de características merísticas que permiten

identificar a cada una de las especies, por lo que el valor diagnóstico lo tienen las escamas, las cuales son las que permiten identificar a cada organismo.

Actualmente existen pocos trabajos sobre estas especies (Hall y Smith, 1979; Grismer, 2002; Flores-Villela y Rubio- Pérez, 2008; Ramírez y Arizmendi, 2004) en los que se analiza el género y se hace referencia a estas especies (Leaché y Mulcahy, 2007; Leaché y Sites, 2009; Leaché, 2010). Sin embargo, no existen trabajos morfométricos ni merísticos comparativos entre estas especies, salvo los trabajos de descripción original de las mismas (Hall y Smith, 1979; Smith, 1939).

Los estudios más recientes de estas especies de *Sceloporus* fueron realizados por López-Acosta (2011), en el que evaluó la distribución, uso de hábitat y estado de conservación de ambas especies, y por Valdez-Villavicencio (2013), quien realizó estudios de ecología térmica y uso de microhábitat de *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki*.

III.I. Descripción de las especies

III.I.2. *Sceloporus licki*.



Figura 1. Imagen de *Sceloporus. Licki* (Fotografía: Daniela López).

III.I.2.1. Descripción.

La especie *Sceloporus licki* es una especie pequeña, perteneciente al grupo *magister* (Leache y Mulcahy, 2007), endémica de la Región del Cabo Baja California Sur (Figura 1). Esta lagartija se encuentra principalmente en rocas y troncos de árboles pequeños en la selva baja caducifolia y en el bosque de encino-pino de la Sierra La Laguna (Álvarez *et al.*, 1988). Prefiere áreas con cobertura vegetal densa, y su distribución se asocia generalmente con la parte central de Sierra La Laguna (Grismer, 2002).

Alcanza una LHC de 78 mm, además poseen de 32 a 40 escamas dorsales (36 en promedio); de 35 a 52 escamas ventrales (42.5 en promedio); tiene aproximadamente de 31 a 42 escamas alrededor del cuerpo (36 en promedio), de 13 a 19 poros femorales (Smith 1939); 5 a 7 escamas supralabiales; y de 6 a 7 escamas infralabiales (Grismer, 2002).

Su principal característica es que muestran las escamas aquilladas. Los machos presentan una coloración marrón-gris en el dorso, con una franja vertebral de color azul que se extiende desde los hombros hasta la base de la cola; las escamas de los costados son color gris oscuro con centros turquesa. Presenta una línea dorso lateral delgada color claro entre beige claro y amarillento, que va desde los hombros hasta la parte posterior del cuerpo, terminando en la inserción de las patas traseras, siendo esta la característica más distintiva de la especie; las patas traseras son de color oscuro, fuertemente moteadas en machos subadultos; ambos sexos presentan un parche negro de forma triangular en el hombro, bordeado por una línea clara y usualmente con un punto claro en el centro, en la parte superior de la cabeza presenta una coloración café cobrizo. Las hembras y los juveniles tienen un fondo dorsal color gris a café; franja vertebral ausente; línea clara lateral presente; cuerpo y patas traseras moteadas; coloración ventral débil; cola color café agrisado; líneas oblicuas de la región gular presentes (Grismer, 2002). En general los machos presentan una franja dorsal de color azul metálico que se extiende por encima de las extremidades anteriores hasta la base de la cola. Presenta manchas azul-verdes en el abdomen, con un ligero tono color amarillo-marrón hacia los lados (Stebbins, 2003).

S. licki se encuentra a lo largo de las laderas montañosas de la Región del Cabo, Baja California Sur, desde el sur del Rancho Ancón hasta cerca del Rancho La Soledad en Sierra La Laguna (Fig. 4). Esta especie es activa todo el año, con una actividad máxima desde primavera

hasta el otoño. Esta especie no se observa a menudo tomando el sol como *S. hunsakeri* sino que tiende a permanecer bajo la cubierta de árboles (Grismer, 2002).

Es adaptable a convivir con otros animales que se encuentran en los troncos y las rocas cerca de los árboles bajos. Es una especie relativamente común en su hábitat preferido. Su alimentación es principalmente insectívora (Stebbins, 2003).

III.I.2. *Sceloporus hunsakeri*.



Figura 2. Imagen de *S. hunsakeri*. (Fotografía: Andrea Navarro).

III.I.2.1. Descripción.

Lagartija endémica de la Región del Cabo, Baja California Sur, es una especie saxícola común en áreas rocosas a elevaciones de bajas a medianas (0-700 msnm) de la región, en la selva baja caducifolia en la Sierra La Laguna y alrededores, así como en el matorral xerófilo de la Región del Cabo (Hall y Smith, 1979). Comúnmente se encuentra en asociación con rocas grandes y cantos rodados cerca de árboles o áreas abiertas en cañones y arroyos, pero siempre en presencia de afloramientos rocosos.

S. hunsakeri (Fig. 2) tiene una longitud promedio hocico cloaca (LHC) de 86 mm y la cola llega a medir 1.25 veces la LHC. Las escamas del dorso son imbricadas (sobrepuestas una

de otra) y quilladas con espinas, en las zonas laterales y ventrales del cuerpo las escamas se aplanan y conservan la forma imbricada. Presenta un pliegue gular que es poco evidente, (Hall y Smith, 1979; Grismer, 2002).

Presenta de 24 a 36 poros femorales bien desarrollados en machos (Grismer, 2002), sin embargo Hall y Smith (1979), mencionan que *S. hunsakeri*, posee de 12-18 poros femorales, además de la presencia de 33-37 escamas dorsales.

Posee escamas preanales similares a las escamas ventrales, excepto por un escudo que involucra ocho escamas en dos series transversas cerca de la orilla posterior del área preanal, son escudos gruesos, de orillas lisas, se asemeja a los poros femorales pero el área glandular se dispersa sobre toda la superficie expuesta, y no están restringidas a un área (Hall y Smith 1979).

Los machos adultos se distinguen por presentar coloraciones entre bronce-verde y azul en la parte dorsal, manchas de color turquesa en la parte superior de la cabeza, lado de la cabeza amarillenta; amplia franja de color púrpura sobre fondo negro que se extiende a base de la cola; parche en hombro negro, triangular; la garganta y el pecho por lo general azul obscuro-negro (Flores-Villela y Rubio-Pérez 2008). Las hembras tienen el dorso verde oscuro a café claro; presentan un patrón moteado color oscuro en la espalda, con marcas purpuras muy claras o ausentes; color ventral claro opaco, parches abdominales y mancha negra del pecho ausente excepto en temporada reproductiva, algunas presentan algo de coloración; líneas oscuras oblicuas en la región gular (Grismer, 2002). En los juveniles los tonos en la parte dorsal varían entre verde oscuro y café claro, la zona ventral carece de parches y es totalmente blanca, no obstante, en la región gular presentan barras oscuras (Hall y Smith 1979; Grismer 2002).

S. hunsakeri se distribuye desde la parte sur de La Paz hasta El Triunfo, Baja California Sur, (Fig. 4). Más al sur se encuentra en las faldas del lado Este de Sierra La Laguna hasta Cabo San Lucas (Hall y Smith, 1979). De Cabo San Lucas se extiende hacia el norte por el lado oeste de Sierra La Laguna al menos hasta el Rancho La Palma, así como en las Islas Ballena, Gallo, Partida Sur y Espíritu Santo (Hall & Smith 1979; Grismer 2002; Case, 2002).

En la Región del Cabo está asociada a zonas de rocas grandes y áreas rocosas cerca de la vegetación. En la isla Espíritu Santo se le ha observado en las colinas con vegetación dispersa y

en las playas rocosas. Sin embargo, en la isla Ballena se le ha visto desplazándose a nivel del suelo y entre parches densos de pitaya (*Stenocereus gummosus*). Entre los tipos de vegetación con los que se le asocia a *S. hunsakeri* se encuentran la selva baja y el matorral desértico (Grismer y Mellink 1994; Arriaga *et al.* 2000; Cody *et al.* 2002).

Su actividad es principalmente diurna, aunque Grismer (2002) ha observado individuos activos durante la noche en el verano. El modo de reproducción de estos saurios es ovíparo, la etapa de reproducción ocurre en verano y otoño (Grismer, 2002), y se correlaciona positivamente con la temporada de lluvias (Asplund 1967), además de existir evidencia de observación de crías entre los meses de septiembre hasta diciembre (Grismer, 2002).

III.I.3. *Sceloporus. orcutti*.



Figura 3. Imagen de *Sceloporus. orcutti*.

III.I.3.1. Descripción.

Lagartija mediana (Fig. 3), con adultos que alcanzan 115 mm de LHC; cabeza y cuerpo robustos, no está dorsalmente o lateralmente comprimido; posee una cabeza triangular, algo puntiaguda en perfil dorsal; las escamas sobre la cabeza son grandes y laminosas, posee bandas

oscuras en el cuerpo. A menudo, estas bandas cruzadas no son visibles cuando se encuentra en su fase oscura y el color del cuerpo coincide con las bandas (Grismer, 2002).

Las escamas dorsales son imbricantes y quilladas con espinas, con márgenes dentados posteriores; las escamas son más visibles en la parte de la cola, dándole un aspecto más espinoso. Tiene cinco escamas supraoculares anchas, la cuarta y quinta están en contacto con las superciliares; cinco o seis supralabiales; dos postmentales; seis o siete infralabiales; 20 a 48 bien definidos poros femorales en machos; la cola tiene aproximadamente 1.25 veces la longitud del cuerpo. (Grismer, 2002).

Esta especie también está asociada a hábitats rocosos distribuyéndose desde el Istmo de La Paz (parte sur de la Sierra El Mechudo) hacia el norte, a todo lo largo de la Sierra La Giganta y serranías existentes en la Península hasta la zona suroeste de California en Estados Unidos, en diversos tipos de vegetación (Fig. 4). Sin embargo, ha sido reportada no solo sobre rocas sino también sobre troncos, cactáceas y otras especies vegetales (Lindsdale, 1932; Grismer, 2002).

Este lagarto habita en afloramientos de granito, en chaparral y laderas cubiertas de encino en el lado costero de las montañas del sur de California; también se extiende a hábitats con pino (Stebbins 2003). En el lado del desierto, se presenta en cañones rocosos y en las rocas de las laderas superiores aluviales con chaparral, palmeras o mezquite (Stebbins 2003). Los hábitats en Baja California incluyen bosques de pino piñonero, junípero y bosque espinoso subtropical (Stebbins 2003). Esta especie generalmente se asocia con las rocas, pero en algunos lugares también sube a la vegetación (por ejemplo, agaves, las palmas, sauces) o se encuentra en el suelo entre arbustos (Grismer, 2002). Probablemente entierra sus huevos en el suelo.

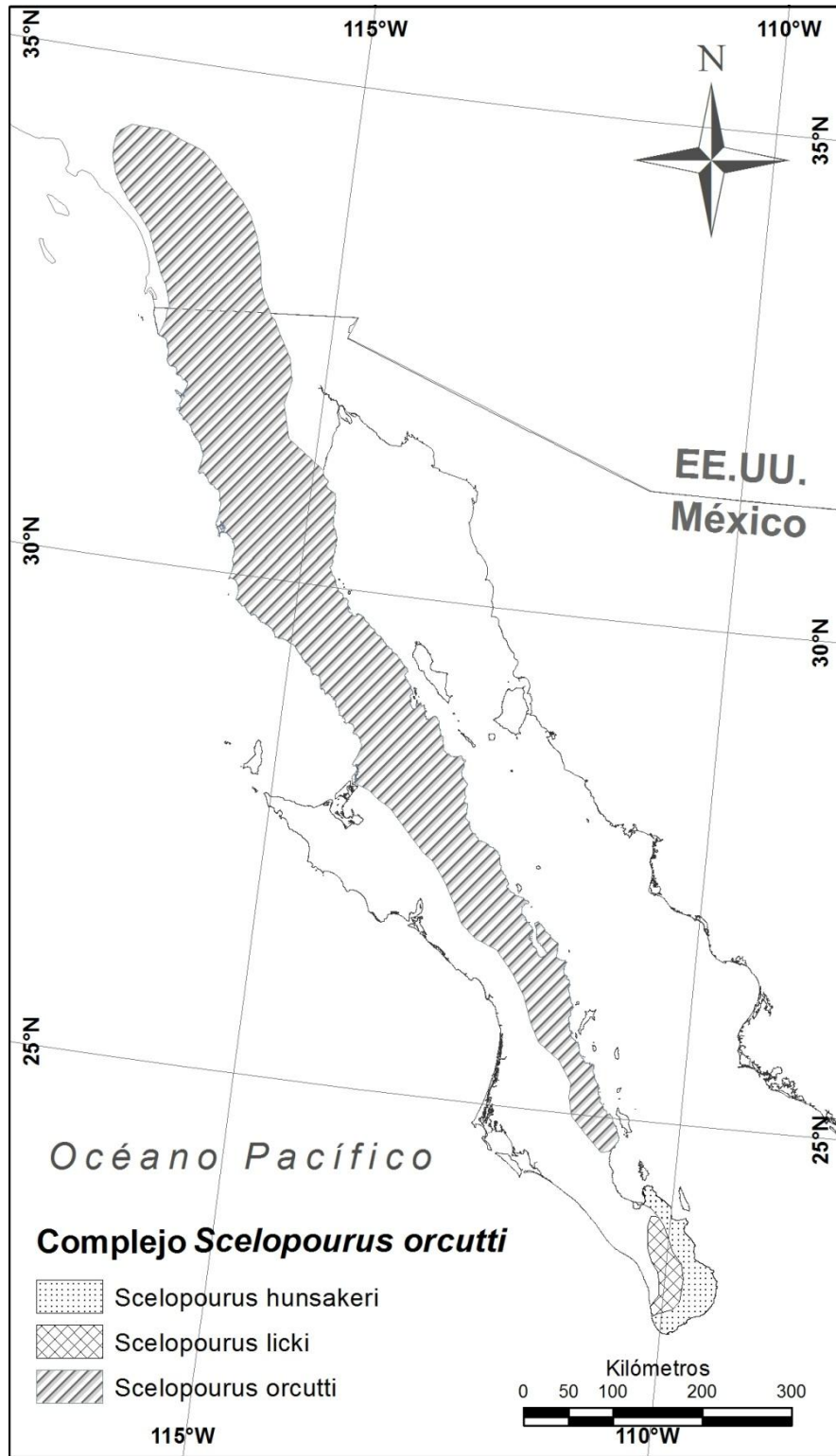


Figura 4. Mapa de distribución de las especies de *Sceloporus*, basado en Leaché y Mulcahy (2007).

IV. HIPÓTESIS

IV.I. Hipótesis 1.

Las especies con genéricas *Sceloporus licki*, *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus orcutti* que habitan en la península de Baja California, poseen caracteres merísticos y morfométricos que permiten distinguirlas, incluyendo sus sexos y edades.

IV.II. Hipótesis 2.

Las diferencias morfométricas y/o merísticas serán más evidentes entre las especies que habitan en simpatría, considerando que puede haber desplazamiento de caracteres que permitan la coexistencia y el aislamiento reproductivo.

V. OBJETIVO

V.I. Objetivo general.

Caracterizar la morfometría y merística de tres especies congénicas de *Sceloporus* (*Sceloporus licki*, *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus orcutti*) de la península de Baja California, México, mediante el análisis de caracteres anatómicos que permitan identificar aquellos de valor diagnóstico para la discriminación entre ellas.

V.II. Objetivos específicos

- a) Determinar las diferencias morfométricas y merísticas entre las especies de *Sceloporus*. *licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.
- b) Analizar y comparar las características morfométricas y merísticas entre machos y hembras de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.
- c) Comparar morfométrica y merísticamente a los adultos y juveniles de las tres especies de *Sceloporus* peninsulares en cuestión.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.I. Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la península de Baja California que abarca tres regiones en donde se distribuyen las tres especies bajo estudio. El área de distribución de *S. hunsakeri* y *S. licki* se restringe a la Región del Cabo, mientras que el área de distribución de *S. orcutti* corresponde a las serranías de la Península de Baja California, las cuales comprenden la Región Desértica (Desierto Sonorense) a lo largo de la misma y la Región Mediterránea (Provincia Florística Californiana) (G.-A. *et al.*, 2010).

1) La Región del Cabo

También conocida como Región Tropical Seca ocupa el extremo sur de la península de Baja California. Es atravesada por el Trópico de Cáncer (23° 27' N), y al igual que los ecosistemas mediterráneos en el norte, recibe mayor precipitación que los desiertos peninsulares, provenientes en su mayoría de las tormentas ciclónicas que se registran en la zona. En la Región del Cabo se concentra la mayor diversidad de comunidades vegetales de toda la península, posee un gran número de especies endémicas de flora y fauna (León de la Luz, 1999; Grismer, 2002).

La Región del Cabo se ubica la zona montañosa de La Sierra de la Laguna, aislada por el Istmo de La Paz del sistema montañoso que se encuentra al norte, es una espectacular cadena montañosa granítica que alcanza los 2,090 m de altitud, atraviesa la Región del Cabo de norte a sur y ha dado origen a la mayoría de los suelos de esta región (León de la Luz *et al.*, 2000).

La Región del Cabo está caracterizada por tres tipos de vegetación, que corresponden a matorral sarcocaulé, selva baja caducifolia y bosque de pino-encino (León de la Luz *et al.*, 2000).

El matorral sarcocaulé está constituido por un matorral bajo de troncos carnosos (sarcocauléscente), con mayor riqueza de especies y endemismo que los matorrales desérticos. Plantas semi-suculentas como el torote (*Bursera microphylla*), ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*); especies arborescentes como palo verde (*Parkinsonia florida*), cacachila (*Karwinskia humboldtiana*), palo Adán (*Fouquieria diguetii*), mesquite (*Prosopis articulata*); y elementos suculentos como el cardón barbón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), cardón (*P. pringlei*) y cholla pelona (*Opuntia cholla*) son algunas de las plantas más comunes en este paisaje.

La selva baja caducifolia se encuentra entre los 500 y 1,000 de altitud contiene los únicos bosques tropicales secos de la Península de Baja California, que permanecen sin hojas nueve meses al año y rebrotan durante la temporada de lluvias. La flora de esta comunidad es muy rica en especies, algunas especies típicamente perennes como palo blanco (*Lysiloma divaricatum*), cardón barbón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), flor de San José (*Senna atomaria*), colorín (*Erythrina flabelliformis*), ocote (*Gochnatia arborescens*), torote (*Bursera cerasifolia*), entre otros.

El bosque de encino-pino se encuentra en las altas elevaciones de la Sierra La Laguna, a altitudes superiores a 1,000 msnm, se encuentra una densa masa forestal, ocupando una relativamente pequeña área de unos 500 km². Predominan individuos dispersos de encino roble (*Quercus tuberculata*), creciendo en medio de arbustos de baja estatura como la celosa (*Mimosa xanti*), vinorama (*Acacia brandegeana*), granadina (*Dodonaea viscosa*), zulché (*Tephrosia cana*), y bernardía (*Bernardia lagunensis*). La parte elevada (1,500-2,000 msnm) está ocupada por bosque de pino-encino, donde las especies dominantes son el pino piñonero (*Pinus lagunae*), encino negro (*Quercus devia*), madroño (*Arbutus peninsularis*) y sotol (*Nolina beldingi*).

2) La Región Desértica.

Los desiertos de Baja California se extienden a lo largo de la península formando una extensa transición entre los ecosistemas templados de tipo mediterráneo en el noroeste y el extremo sur de la península de carácter tropical. Esta región tiene precipitación escasa e irregular, con variables e impredecibles proporciones de lluvia de invierno y de verano (González *et al*, 2010).

La región desértica es dividida en seis ecorregiones, que son: el desierto de San Felipe, desierto central, costa central del Golfo, Sierra la Giganta, desierto de Vizcaíno y llanos de Magdalena (González *et al*, 2010).

El Desierto de San Felipe que se extiende por el noroeste de Sonora, suroeste de Arizona y California se presenta en Baja California como una delgada franja hacia el sur siguiendo la costa norte del Golfo de California. Es un área poco montañosa, y está dominada por extensas bajadas aluviales y llanuras de grava y arena. Ubicado en la sombra de lluvia de las elevadas sierras del norte de Baja California, es uno de los desiertos más calientes y secos de

Norteamérica. La temperatura de verano excede los 50 °C y en las partes más secas la precipitación anual promedia los 50 mm. La vegetación es dominada por dos arbustos de hoja reducida y resistentes a la sequía: la gobernadora (*Larrea tridentata*) y la hierba del burro (*Ambrosia dumosa*), acompañadas por ocotillo (*Fouquieria splendens*), y agave desértico (*Agave deserti*).

El Desierto Central localizado en el parte central de la península, a lo largo de una zona donde las montañas son de moderada elevación y los vientos del Pacífico pueden penetrar tierra adentro, esta eco región se extiende desde el Pacífico (entre las latitudes 28° y 30° N) hasta la prolongada franja costera del Desierto del Bajo Colorado al oriente. Esta eco región, junto con la Costa Central del Golfo, es la que ha proporcionado a Baja California su fama por las biznagas formas arbóreas con grandes y gruesos troncos (plantas sarcocauléscentes), ocasionado por la ocurrencia conjunta del cirio (*Fouquieria columnaris*), copalquín (*Pachycormus discolor*), torote (*Bursera microphylla*), cardón (*Pachycereus pringlei*), agave costero (*Agave shawii*), y datilillo (*Yucca valida*) (Wiggins, 1980).

La eco-región de Costa Central del Golfo, es una estrecha banda de desierto que se extiende por 800 km a lo largo de la costa del Golfo, desde Bahía de los Ángeles a lo largo del pie de monte oriental de la Sierra de San Borja hasta la Bahía de La Paz. Su elevación máxima está entre 200-300 msnm. Es una zona de elevada temperatura y aridez, con precipitación procedente mayoritariamente de tormentas y huracanes del sur al final del verano. La vegetación es dominada por plantas con troncos gigantes y carnosos, incluyendo al copalquín (*Pachycormus discolor*) con su corteza anaranjada, torote (*Bursera microphylla*), palo blanco (*Lysiloma candidum*), cardón (*Pachycereus pringlei*), palo Adán (*Fouquieria diguetii*), junto con numerosas especies de chollas (*Opuntia bigelovii*, *O. cholla*, *O. ramosissima* y *O. tesajo*).

La eco-región de la Sierra de la Giganta se extiende desde el piedemonte sur del Cerro del Mechudo (24° 47' N) hasta el Volcán de las Tres Vírgenes (27° 30' N). La vegetación de esta eco región es dominada por gran variedad de leguminosas leñosas como palo hierro (*Prosopis palmeri*), mezquite dulce (*P. glandulosa*), palo blanco (*Lysiloma candidum*), palo chino (*A. peninsularis*), y paloverde (*Parkinsonia microphylla*). Los cactus columnares están pobremente representados, pero la pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*), *Mammillaria* spp. y *Opuntia* spp. son especies comunes.

La eco-región del Desierto de Vizcaíno está formada por una serie de extensas llanuras áridas, por debajo de 100 m de altitud, que se extienden a lo largo de la vertiente del Pacífico entre 26 ° y 29 ° N. La aridez y la brisa salina mantiene una vegetación de reducida riqueza caracterizada por unos pocos individuos miniaturizados, frecuentemente postrados, de arbustos perennes como yuca (*Yucca valida*), palo Adán (*Fouquieria diguetii*) y lomboy (*Jatropha cinérea*) en las partes menos áridas, pero las extensas llanuras alcalinas están dominadas por *Atriplex julacea* y *Frankenia palmeri*, acompañadas por otros arbustos tolerantes a la salinidad como *Atriplex polycarpa*, *Encelia farinosa*, *Viguería deltoidea*, y *Lycium californicum*.

La eco-región de Llanos de Magdalena ocupa las tierras bajas de suaves pendientes y el drenaje Pacífico del Corredor de La Giganta, extendiéndose desde la Bahía de San Juanico (26° 15' N) en el norte hasta la ciudad de Todos Santos en el sur. Al igual que en el Desierto de Vizcaíno, el clima está fuertemente influido por la corriente de California y las surgencias frías asociadas. La niebla matutina es frecuente durante gran parte del año, promoviendo abundante crecimiento de bromelias epífitas como los gallitos (*Tillandsia recurvata* y *T. ferrisiana*) y líquenes como la orchilla (*Ramalina menziesii*) que cubren las plantas en las cercanías de la costa.

3) La Region Mediterránea (provincia Florística de California).

Es una de las dos regiones de la península de Baja California que no es desértica. Se encuentra ubicada en la parte noroeste de la península y contiene el extremo sur de la Región Mediterránea Californiana o Provincia Florística de California. Tiene periodos de precipitación en invierno y primavera (Hastings y Turner, 1965). Dentro de la Región Mediterránea se encuentra la Sierra de Juárez y San Pedro Mártir situadas en las montañas del norte de Baja California, con alturas máximas de 1,200 msnm y 3,100 msnm, respetivamente. Tiene un clima mediterráneo con inviernos fríos y lluviosos, y veranos secos y cálidos, la precipitación anual varía entre 500 y 700 mm.

La vegetación correspondiente a esta zona se encuentra caracterizada por la presencia de bosque de pino- encino, chaparral, matorral costero y matorral costero rosetófilo (Delgadillo, 1998).

El bosque de pino-encino se encuentra en las zonas de mayor elevación (Sierra Juárez y San Pedro Mártir), en zonas correspondientes. Las elevaciones de 400-600 msnm, el chaparral es un matorral denso, de un solo estrato de 1-3 m de altura, caracterizado por la amplia presencia del chamizo de vara prieta (*Adenostoma fasciculatum*) y del chamizo de vara roja (*Adenostoma sparsifolium*), acompañadas por una mezcla variada de especies de los géneros *Ceanothus*, *Arctostaphylos* y *Quercus*.

El Matorral Costero se encuentra desde el nivel del mar hasta elevaciones de 400-600 msnm, cubriendo las colinas costeras y las pendientes bajas de las montañas. Forma un estrato de menor altura (<1.5 m) y más abierto que el chaparral y frecuentemente contiene un estrato herbáceo. Las especies dominantes son arbustos aromáticos, deciduos facultativos durante el periodo de sequía, de raíces someras y bien adaptadas para sobrevivir en una zona de escasa precipitación pero con abundantes nieblas. El follaje grisáceo, flexible y pubescente de muchas de las especies dominantes contrasta marcadamente con los arbustos esclerófilos siempreverdes del chaparral. Plantas significativas de esta región son *Artemisia californica*, *Salvia apiana*, *Salvia munzii*, y *Eriogonum fasciculatum*.

Por último se tiene el tipo de vegetación de Matorral Rosetófilo que ocupa la franja costera de aproximadamente 175 km de longitud, desde San Vicente (31° 20' N) hasta las proximidades de Punta San Carlos (29° 40' N), formando una larga área transicional entre los ecosistemas mediterráneos y los estrictamente desérticos. El matorral costero rosetófilo es más rico en especies que el matorral costero, con las especies suculentas como elemento dominante (especialmente Agavaceae, Cactaceae, Crassulaceae y Euphorbiaceae). Debido a la importancia de la niebla marina como fuente de humedad, los líquenes epífitos son comunes, y plantas con engrosadas hojas suculentas arregladas en rosetas basales son también dominantes. Especies relevantes son *Agave shawii*, *Ambrosia chenopodiifolia*, *Hazardia rosarica*, *Hazardia vernicosa*, *Euphorbia misera*, y *Dudleya* spp.

VI.II. MEDICIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS

El material biológico analizado procede de ejemplares depositados en las colecciones herpetológicas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y del Museo de Historia Natural de San Diego

(SDNHM). De cada ejemplar se tomaron 22 caracteres: 14 morfométricos y 8 merísticos de acuerdo con Smith (1939, 1946).

VI.II.I. Morfometría.

Para obtener las siguientes 14 medidas se empleó un vernier electrónico con precisión de 0.01 mm: (1) LHC= longitud hocico-cloaca. Medida ventral de la punta del hocico a la apertura de la cloaca (Fig. 5); (2) AC= ancho de la cabeza. Longitud desde el borde supraocular derecho al izquierdo, donde se aprecia la región más ancha de la cabeza (Fig. 7); (3) LC= largo de la cabeza. Longitud desde la punta del hocico hasta la escama interparietal de la cabeza (Fig. 7); (4) HC= altura de la cabeza. Longitud a la altura de la abertura auricular (Fig. 7); (5) HM= Húmero. Medida desde la altura del hombro hasta donde dobla el codo, esta medida se obtiene por dentro (Fig. 8); (6) Ra= Radio. Medida desde el dobles del codo hasta el dobles de la pata delantera (Fig.8); (7) MC= metacarpo. Esta medida se realiza de la mano funcional, midiendo desde la muñeca (parte posterior de los metacarpianos) hasta la base del dedo más largo (Fig. 8); (8) DMC= dedo del metacarpo. Medida de la longitud del cuarto dedo del metacarpo, excluida la uña (Fig. 8); (9) Fe= fémur. Longitud desde la ingle hasta la rodilla (Fig. 9); (10) Ti= tibia. Longitud desde la rodilla hasta el dobles de la pata trasera (Fig. 9); (11) MT= metatarso. Longitud desde la parte posterior del quinto metatarsiano a la base del dedo más largo (donde se unen los dedos del pie). (Fig. 9); (12) DMT= dedo del metatarso. Medida de la longitud del cuarto dedo del metatarso, excluida la uña (Fig. 9); (13) RL= longitud de la escama rostral (Fig. 10); y (14) RH= ancho de la escama rostral (Fig. 10). Todas las medidas se registraron en milímetros y sólo los organismos con todos los caracteres a medir se incluyeron en el análisis.

Las medidas fueron realizadas a los huesos de cada organismo, por lo que se tuvo que hacer observación de diagramas donde se identificara cada hueso, también se examinó el esqueleto de un espécimen de *Sceloporus* que fue prestado por el Dr. Bradford D. Hollingsworth del Museo de Historia Natural de San Diego, para poder realizar mediciones más certeras.

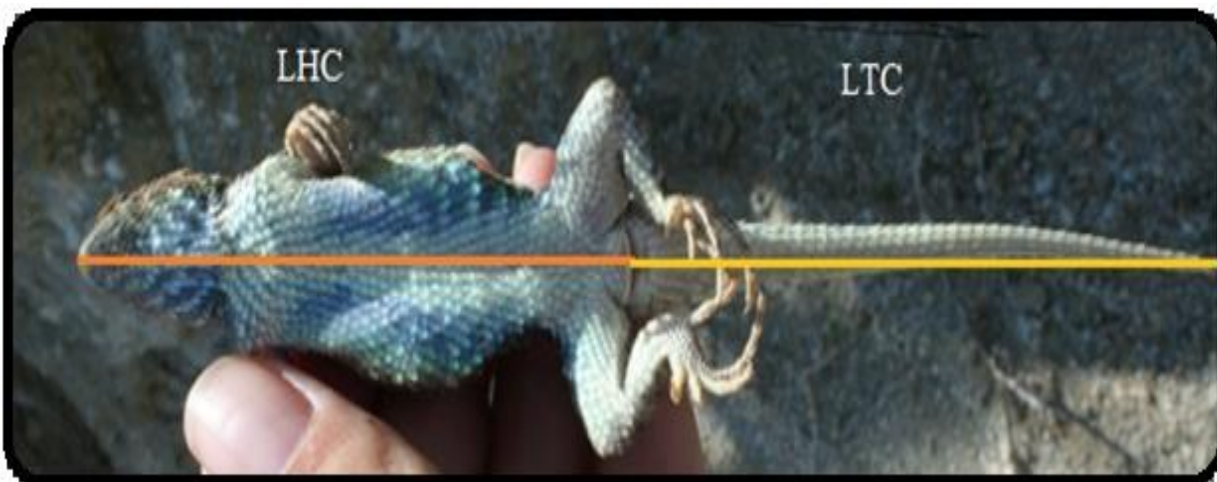


Figura 5. Medidas morfométricas del largo total del organismo. LHC= longitud del hocico-cloaca. LTC= Largo total de la cola.

En la Figura 6, se observa la zona cloacal, que divide el largo total del organismo en dos secciones. La longitud hocico cloaca y el largo total de la cola. Para este estudio la medida del largo total de la cola, no se incluye en los análisis, debido a que gran parte de las muestras que se tenían en las colecciones presentaban solo fragmentos de la cola o no presentaban, por lo que no se tomó en consideración.



Figura 6. Zona cloacal. (Fotografía: Andrea Navarro).

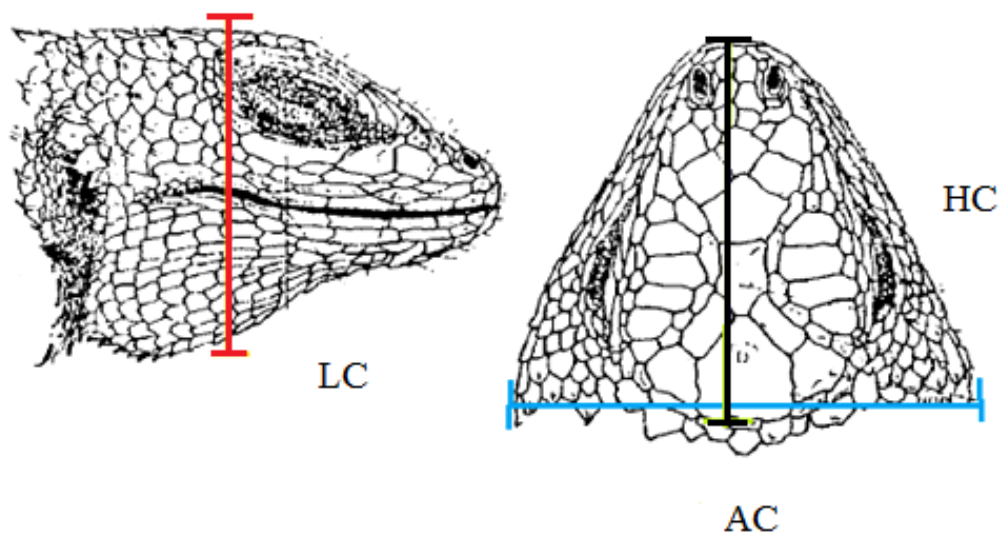


Figura 7. Medidas morfométricas de la cabeza de lagartijas del género *Sceloporus*. AC= ancho de la cabeza. LC= largo de la cabeza. HC= altura de la cabeza, (Smith, 1939).

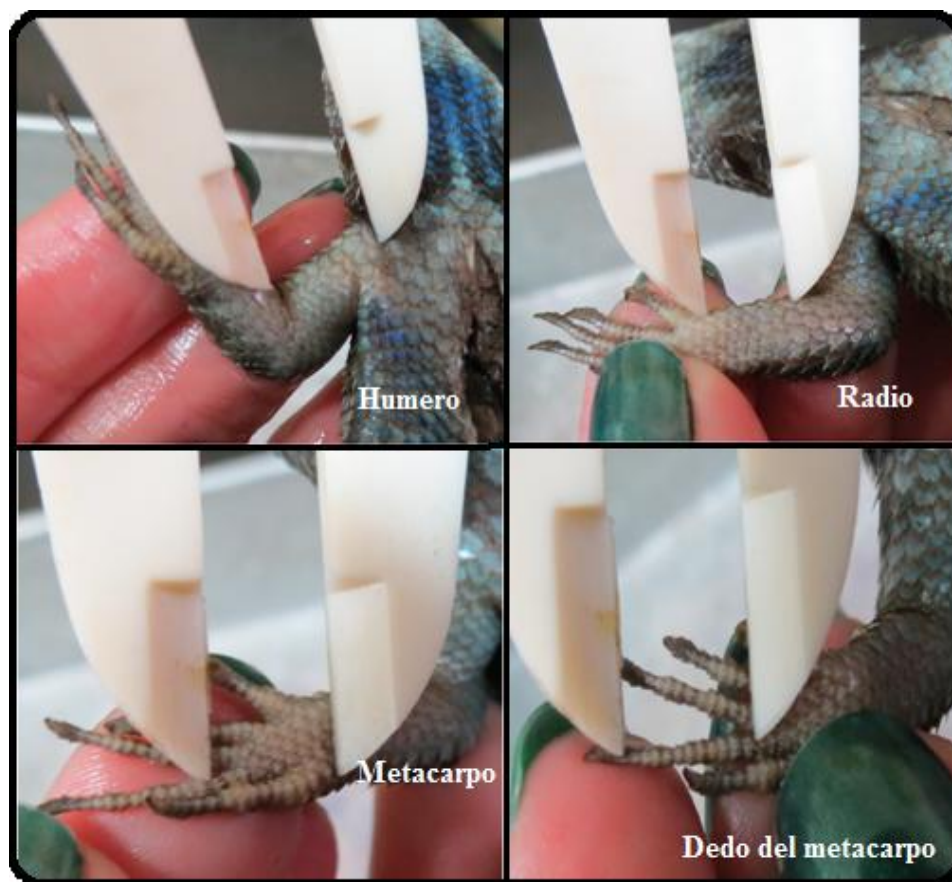


Figura 8. Medidas morfométricas de las tres especies de *Sceloporus*, (húmero, radio, metacarpo y dedo del metacarpo). Fotografía: Liliana Ortiz.

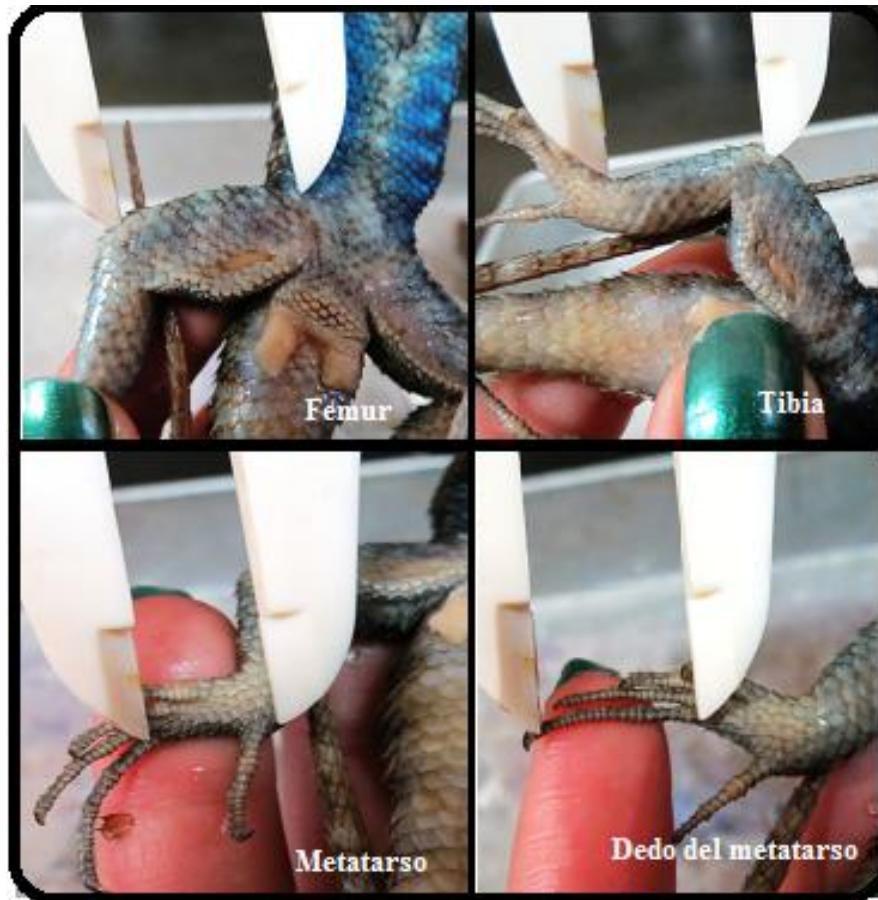


Figura 9. Medidas morfométricas de las tres especies de *Sceloporus*, (fémur, tibia, metatarso y dedo del metatarso). Fotografía: Liliana Ortiz.

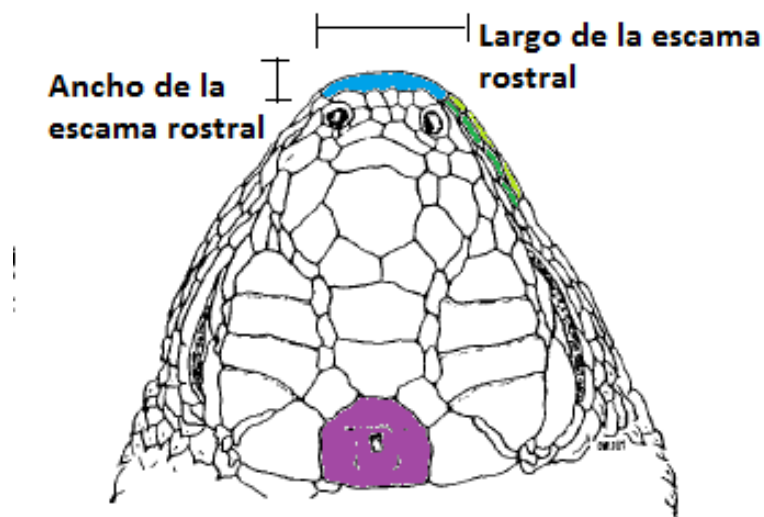


Figura 10. Medición de las escamas rostrales (Smith, 1939).

VI.II.II. Merística

Los caracteres merísticos son los segmentos corporales, principalmente radios y escamas, que corresponden a la segmentación del cuerpo (Strauss *et al.*, 1990). El conteo de las características merísticas (escamas y poros femorales) de los ejemplares fue realizado mediante el protocolo estandarizado de Smith (1939), donde hace una descripción de cada escama, mencionando su ubicación.

Las estructuras que se contabilizaron fueron las escamas de la zona ventral, dorsal, escamas supralabiales e infralabiales, así como los poros femorales de ambos lados. Para realizar estos conteos fue necesaria la ayuda de un microscopio estereoscópico. No todos los datos pudieron ser obtenidos de cada individuo por las condiciones en las que se encontraban ciertos especímenes (algunos disecados por la parte media ventral, o bien con partes maltratadas donde fue difícil contar las escamas o tomar medidas precisas).

En el caso del conteo de escamas, primero se identificó a cada una de las escamas descritas por Smith (1939): 1) EV= escamas ventrales. Número de escamas ventrales desde el interparietal hasta los bordes posteriores de las patas traseras (Figura 11.); 2) ED= escamas dorsales. Número de escamas dorsales en línea recta a la mitad del vientre, entre el borde anterior de los hombros hasta el ano (Figura 11); 3) Siz= supralabiales izquierdas. El número total de escamas supralabiales del lado izquierdo que están en la frontera labial superior, con excepción de la escama en la punta (rostral), (Figura 12.); 4) Sde= supralabiales derechas. El número total de escamas supralabiales del lado derecho que están en la frontera superior labial, con excepción de la escama en la punta (rostral), (Figura 12.); 5) Iiz= Escamas infralabiales izquierdas. El número total de escama infralabial de la parte izquierda en la frontera inferior labial, sin contar con la escama de la punta (Mental), (Figura 12.); 6) Ide= Escamas infralabiales derechas. El número total de escama infralabial de la parte derecha en la frontera inferior labial, sin contar con la escama de la punta (Mental), (Figura 12.); 7) Piz= poros femorales izquierdos. El número total de poros femorales de la parte izquierda del organismo, son pozos a lo largo de la frontera posteroventral de los muslos (Figura 13); 8) Pde= poros femorales derechos. El número total de poros femorales de la parte derecha del organismo, son pozos a lo largo de la frontera posteroventral de los muslos (Figura 13).

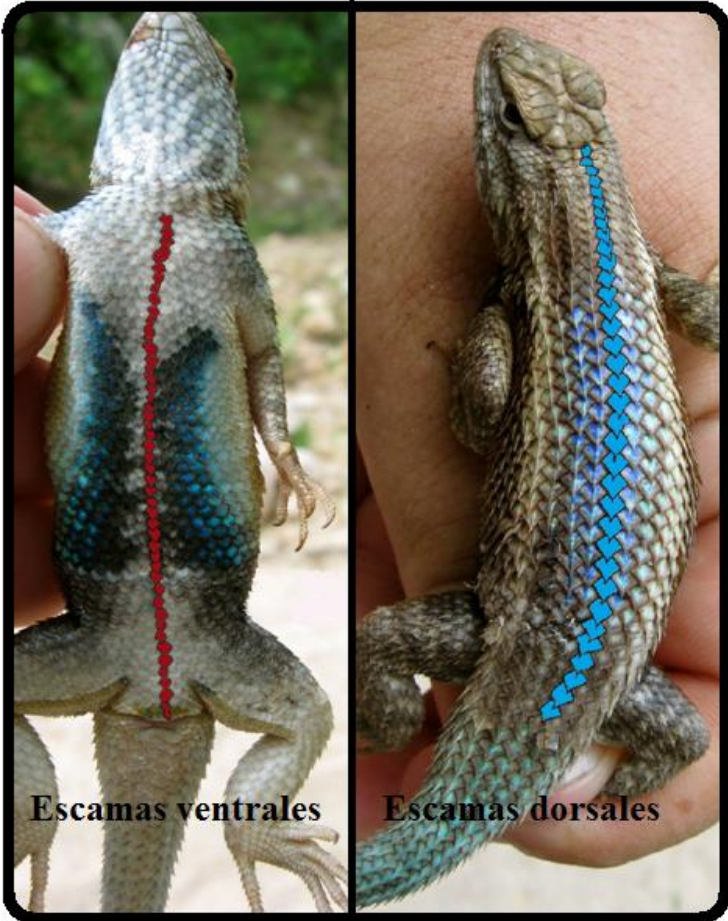


Figura 11. Conteo merístico de las escamas ventrales y dorsales. Fotografía: Jorge Valdez.

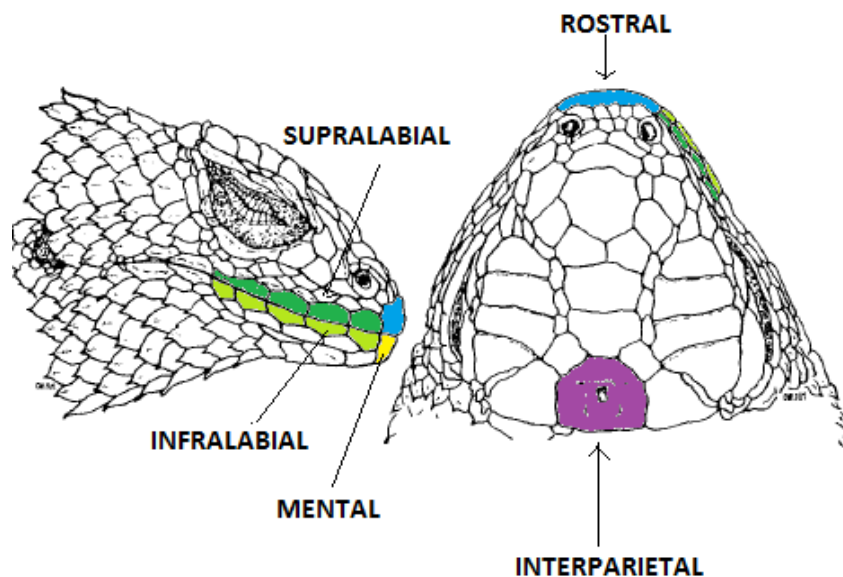


Figura 12. Conteo merístico de las escamas ubicadas en la cabeza del organismo. Escamas supralabiales, infralabiales, rostral, mental e interparietal.



Figura 13. Conteo merístico de los poros femorales. (Fotografía: Andrea Navarro).

Para un análisis comparativo fue necesario anexar una nueva especie que permitiera realizar los análisis, para ello se tomaron medidas de algunos ejemplares de *Sceloporus orcutti*, especie hermana de *S. hunsakeri*, las cuales están estrechamente relacionada filogenéticamente con la especie *S. licki* dentro del grupo *magister* (complejo *orcutti*) (Leaché, 2010).

Tabla 1. Abreviaturas utilizadas para realizar los caracteres merísticos y morfométricos de las tres especies de *Sceloporus* (*S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*).

	Abreviatura	Carácter morfométrico o merístico
1	LHC	Longitud hocico-cloaca
2	AC	Ancho del hocico
3	LC	Largo del hocico
4	HC	Altura del hocico
5	HM	Largo del húmero
6	Ra	Largo del radio
7	MC	Largo del metacarpo
8	DMC	Largo del dedo del metacarpo
9	Fe	Largo del fémur
10	Ti	Largo de la tibia
11	MT	Largo del metatarso
12	DMT	Largo del dedo del metatarso
13	RL	Largo de la escama rostral
14	RH	Ancho de la escama rostral
15	EV	Escamas ventrales
16	ED	Escamas dorsales
17	Siz	Escamas supralabiales izquierdas
18	Sde	Escamas supralabiales derechas
19	Iiz	Escamas infralabiales izquierdas
20	Ide	Escamas infralabiales derechas
21	Piz	Poros femorales izquierdos
22	Pde	Poros femorales derechos

VII. ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Una vez obtenidos los valores de las distancias corporales originales, éstos fueron sometidos a un análisis exploratorio para detectar la congruencia de las mediciones. Para este propósito se utilizó un análisis gráfico para cada una de las distancias corporales en función de la longitud del organismo (LHC).

Las medidas corporales fueron expresadas de dos maneras para el análisis comparativo: (1) método de proporciones en milésimos de la LHC, y (2) método de estandarización basado en la regresión de Elliott *et al.* (1995). En el primer método cada medida corporal es expresada en milésimos de su LHC. Este método ha sido tradicionalmente utilizado en las descripciones de especies pero no considera el efecto de alometría por la talla y edad de los organismos.

En el segundo método se utilizó el modelo de Elliott *et al.* (1995) que consiste en la estandarización de las medidas corporales. Este método permite eliminar el efecto de alometría por efecto de la talla y edad de los organismos. Los valores de las medidas corporales originales son transformados en logaritmo base 10. La estandarización de los valores de cada carácter morfométrico fue efectuado mediante la ecuación $M_s = M_o (L_s/L_t)^b$

M_s = medida estandarizada del carácter corporal

M_o = medida original del carácter corporal (mm)

L_s = longitud hocico-cloaca (LHC) promedio (mm) de todos los especímenes de los grupos o especies examinadas.

L_t = longitud hocico-cloaca (mm) del espécimen

b = pendiente de la regresión que es estimada para cada carácter a partir de los datos originales de L_t y M_o . Este parámetro es estimado con la regresión log M_o -log L_t , usando a cada ejemplar de cada especie.

Los dos métodos utilizados mostraron los mismos resultados, sin embargo el modelo de Elliott permitió discriminar un mayor número de caracteres, y hace que el análisis sea más preciso, por lo que este último método se utilizó para el análisis morfométrico comparativo con métodos estadísticos multivariados.

VII. I. Análisis estadístico

Se realizaron Análisis de Funciones Discriminantes (AFD), por el procedimiento secuencial de paso hacia adelante (“forward stepwise”), que selecciona las variables independientes que discriminan a las variables dependientes establecidas, seleccionándolas una a una. Este procedimiento implica que solo serán mostradas aquellas variables que separan a las especies, sexos y edades que se compararán; también se introducen las variables que cumplen los

criterios de entrada y se eliminan aquellas variables que no cumplan los criterios de selección (incluye variables por su poder discriminante y elimina las variables que no aportan valores de importancia discriminante). El AFD incluyó a los 14 caracteres morfométricos y a los ocho caracteres merísticos, de las tres especies de *Sceloporus* (*licki*, *hunsakeri* y *orcutti*). Después se realizaron dos AFD para observar diferencias entre sexos y edades de cada especie.

El estadístico Lambda de Wilks (λ) mide las desviaciones que se originan dentro de cada grupo respecto a las desviaciones totales sin distinción de grupos, determinando la significancia estadística. Lambda de Wilks (λ), es usado para saber la discriminación del modelo, cuando sus valor se aproximan a 1.0 significa que los grupos analizados se encuentran mezclados, y se tiene mucha variabilidad entre las especies y las variables independientes carecen de capacidad discriminante. Cuando los valores se encuentran próximos a 0.0, son los caracteres de mayor importancia, puesto que proporcionan mayor grado de discriminación. Así mismo, Lambda de Wilks (λ) utiliza el valor de “ p ” que cuando es menor de 0.05, permite corroborar que las variables son estadísticamente significativas.

Se realizó un estudio de los valores canónicos para determinar el coeficiente estandarizado, que fueron utilizados para evaluar la aportación que tiene cada variable. El valor de cada coeficiente muestra la discriminación de las variables que resultan de importancia para lograr la diferenciación de las especies, sexos y edades de cada organismo. Los coeficientes estandarizados permiten obtener las raíces que sirvieron para realizar el diagrama de dispersión, donde se coloca de manera gráfica a las especies, para lograr una mejor visión de las diferencias encontradas. Los análisis se realizaron con el programa Statistica 8.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK).

VIII. RESULTADOS

Se registraron mediciones de 214 organismos: 67 ejemplares de *S. licki* (28 hembras y 39 machos) 61 ejemplares de *S. hunsakeri* (25 hembras y 36 machos), y 86 de *S. orcutti* (20 hembras y 66 machos). Los resultados se presentan primero por especie, para conocer los caracteres que hacen diferente una especie de otra; después se realizó una comparación entre machos y hembras para conocer las diferencias entre las hembras de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, y luego de igual manera se analizó a los machos de las diferentes especies. Por último, se

realizó la comparación entre juveniles y adultos, de las hembras y machos, para separar juveniles de adultos y poder reconocer hembras adultas de machos juveniles.

Para la clasificación de los sexos de las tres especies de *Sceloporus*, se utilizó primeramente la coloración de los organismos para realizar la distinción, pero se encontraron organismos juveniles, que no se encontraban sexualmente activos por lo que aún no presentaban coloraciones tan marcadas para distinguir entre machos y hembras. Para solucionar este primer problema se tuvo que revisar a cada organismo, observando la zona cloacal de cada sexo, utilizando las diferencias mencionadas por Hall y Smith (1979).

Los machos poseen escamas desiguales en la zona cloacal (dos escamas post-anales centrales en la parte inferior), mientras que las hembras conservan escamas iguales en toda el área cloacal, esta es una de las formas de diferenciación entre machos y hembras, sin embargo esto no quiere decir que no sea inequívoco (Fig. 14).

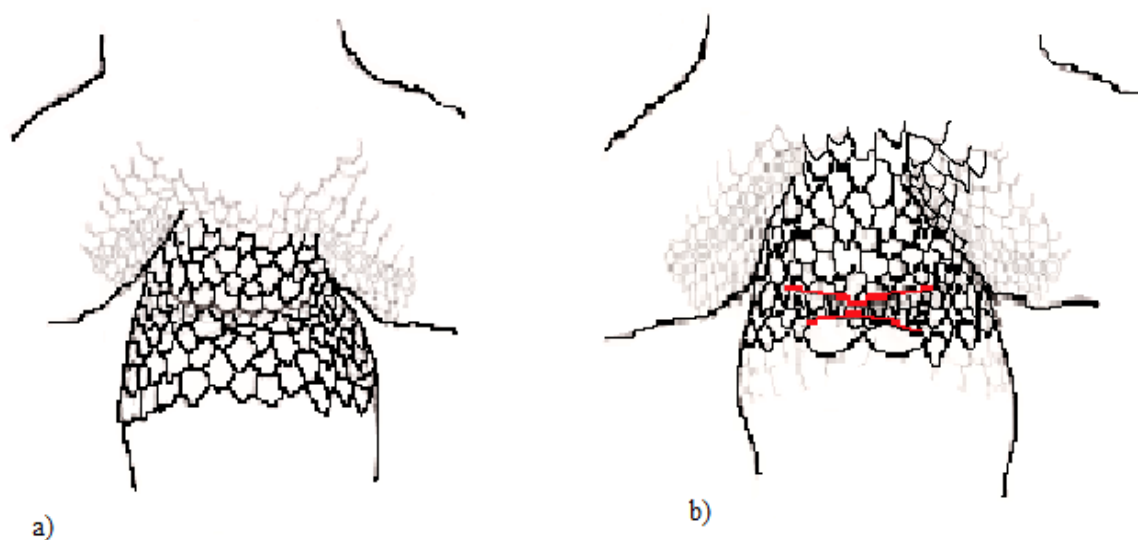


Figura 14. Diferencias entre machos y hembras con base en las escamas post-anales, a) representa a la hembra y b) representa al macho.

Para el análisis realizado con las edades de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, solo se utilizaron los ejemplares considerados como juveniles y adultos, las categorías antes mencionadas fueron asignadas debido al tamaño del organismo. El intervalo de tamaño (LHC) para los juveniles fue de 40 a 59 mm y en los adultos el intervalo osciló entre 60 y 110 mm. Los

organismos dentro del intervalo de los 1 a 39 mm fueron considerados como crías y no formaron parte de este estudio, debido a que se tenía una población muy pequeña de estos organismos y causaban sesgo en los datos.

VIII.I. Promedios de la medida morfométrica longitud total del Hocico-Cloaca.

Debido a que la medida morfométrica de la longitud total del Hocico-Cloaca (LHC), es una medida que se utilizó para estandarizar las medidas de cada carácter por el método de Elliott y así eliminar el efecto de alometría, se consideró como una medida única, que no puede ser modificada. Por esta razón se obtuvieron los promedios de LHC de los 214 organismos, separándolos según la especie, sexo y edad a la que pertenecen.

Al realizar las comparaciones entre especies la LHC, tuvo un promedio de 62.48 mm para *S. licki*, mientras que para *S. hunsakeri* se obtuvo un promedio de 68.84 mm, y para la especie *S. orcutti* fue de 77.60 mm (Tabla II).

Tabla II. Promedios de la LHC (mm) en las tres especies del género *Sceloporus*.

	<i>S. licki</i>	<i>S. hunsakeri</i>	<i>S. orcutti</i>
LHC	62.48	68.8	77.60
N	67	61	86

Al realizar las comparaciones entre las tres especies para observar las diferencias entre las hembras y machos de cada una, se obtuvieron promedios de la longitud hocico cloaca. Para las hembras de *S. licki* se tuvo un promedio de 58.96 mm, mientras que para *S. hunsakeri* se obtuvo un promedio de 61.11 mm, y en *S. orcutti* fue de 75.02 mm (Tabla III). En los machos la longitud hocico cloaca promedio fue de 68.03 mm para *S. licki*, de 70.30 mm en *S. hunsakeri*, y de 78.38 mm en *S. orcutti* (Tabla III).

Tabla III. Promedio de la LHC (mm) para hembras y machos de las especies *Sceloporus*.

Hembras

Machos

	<i>S. licki</i>	<i>S. hunsakeri</i>	<i>S. orcutti</i>	<i>S. licki</i>	<i>S. hunsakeri</i>	<i>S. orcutti</i>
LHC	58.96	61.11	75.02	68.03	70.30	78.38
N	28	24	20	39	37	66

Se realizaron las comparaciones entre las tres especies con respecto a su tamaño, siendo los organismos de una talla entre 40-59 mm considerados como juveniles y los adultos con tallas entre 60-110 mm. Se obtuvieron los promedios de cada etapa, por especie para conocer las diferencias que guarda cada especie en cada etapa de desarrollo.

Para los organismos en etapa juvenil la longitud hocico-cloaca (LHC), tuvieron un promedio de 53.63 mm para *S. licki*, mientras que para *S. hunsakeri* fue de 53.17 mm, y para *S. orcutti* fue de 58.66 mm (Tabla IV).

Para los organismos en etapa adulta la LHC, *S. licki* tuvo un promedio de 67.84 mm, mientras que *S. hunsakeri* tuvo un promedio de 69.82 mm, y *S. orcutti* de 86.86 mm (Tabla IV).

Tabla IV. Promedio de la LHC (mm) para juveniles y adultos de las tres especies.

	Juveniles			Adultos		
	<i>S. licki</i>	<i>S. hunsakeri</i>	<i>S. orcutti</i>	<i>S. licki</i>	<i>S. hunsakeri</i>	<i>S. orcutti</i>
LHC	53.63	53.17	58.66	67.84	69.82	86.86
N	16	11	18	50	51	68

VIII.II. Comparación merística y morfométrica con gráficas de cajas y bigotes.

Antes de proceder a realizar el Análisis de Funciones Discriminantes (AFD) se realizaron gráficas de cajas y bigotes para observar que existieran diferencias significativas en los caracteres medidos entre las especies. Con base en las medidas obtenidas se lograron observar diferencias significativas entre las especies de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, las cuales se presentan gráficamente en la Figura 15.

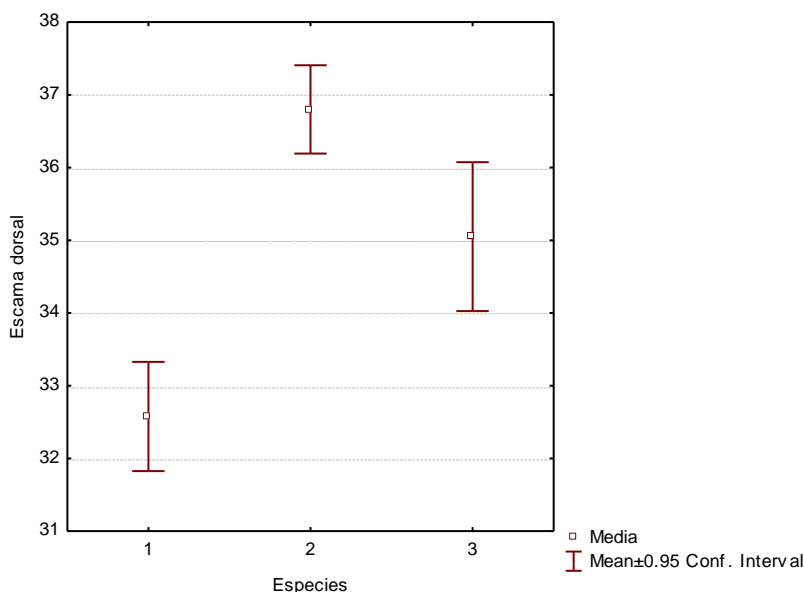


Figura 15. Diferencias encontradas en las medidas merísticas, de las tres especies examinadas (1=*S. licki*, 2=*S. hunsakeri* y 3=*S. orcutti*). Se observa que el número de escamas dorsales es un carácter significativo ($P=0.000$). El cuadro representa a la media, la línea por debajo y por arriba de la media representan al valor mínimo y máximo registrado en cada especie.

A continuación se compararon a los machos y hembras de las tres especies. Estas comparaciones se realizaron por separado, para determinar si las hembras pertenecientes a cada especie presentaban diferencias entre sí. Este procedimiento se siguió para los machos de las tres especies, encontrando diferencias significativas en ambas comparaciones.

En hembras y machos el carácter predominante que permite diferenciar a las tres especies, son las escamas dorsales. Como se observa en la Figura 16 y 17, este carácter merístico permite la separación de las tres especies, sin tener traslapes entre ellas.

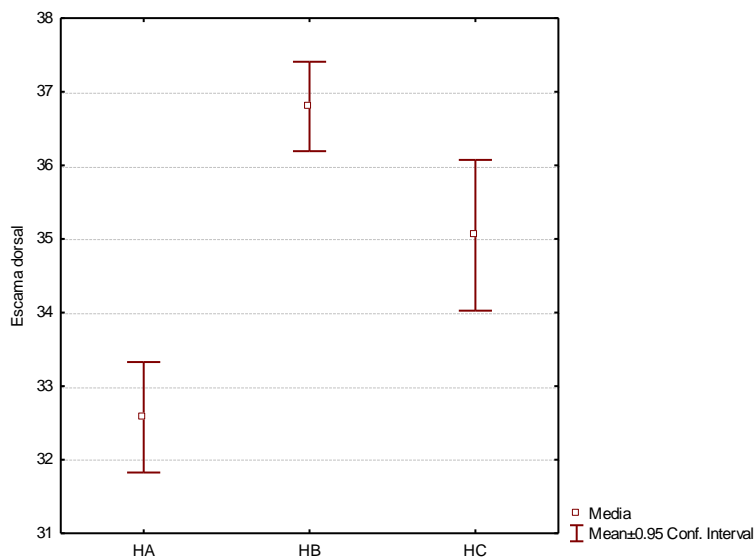


Figura 16. Diferencias en el número de escamas dorsales en las hembras del género *Sceloporus* (HA= *S. licki*, HB= *S. hunsakeri* y HC= *S. orcutti*). El cuadro representa a la media, la línea por debajo y por arriba de la media representan al valor mínimo y máximo registrado en cada especie. Fueron encontradas diferencias significativas ($P= 0.000$).

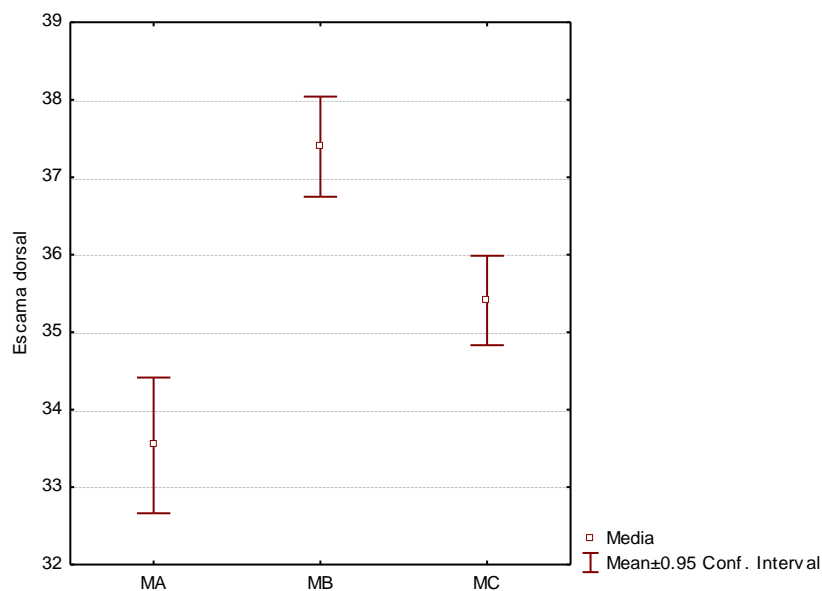


Figura 17. Diferencias en el número de escamas dorsales en los machos del género *Sceloporus* (MA= *S. licki*, MB= *S. hunsakeri* y MC= *S. orcutti*). El cuadro representa a la media, la línea por debajo y por arriba de la media representan al valor mínimo y máximo registrado en cada especie. Fue encontrada una diferencia significativa ($P= 0.000$).

Las siguientes graficas representan las diferencias encontradas al comparar entre juveniles y adultos de cada especie. Debido a que uno de los objetivos fue conocer las diferencias entre las edades de las tres especies, primero se compararon a los adultos de las tres especies y después se prosigió a realizar el mismo procedimiento con los juveniles de las tres especies.

Los organismos adultos presentan tres caracteres que les permiten diferenciarse entre las tres especies, el primero se observa en la Figura 18 y corresponde a las escamas dorsales. La Figura 19 muestra el carácter de largo del hocico, y por último se tiene a la altura del hocico (Fig. 20).

Los juveniles solo se diferencian por el carácter merístico de las escamas dorsales (Figura 21), que permite diferenciar a las tres especies.

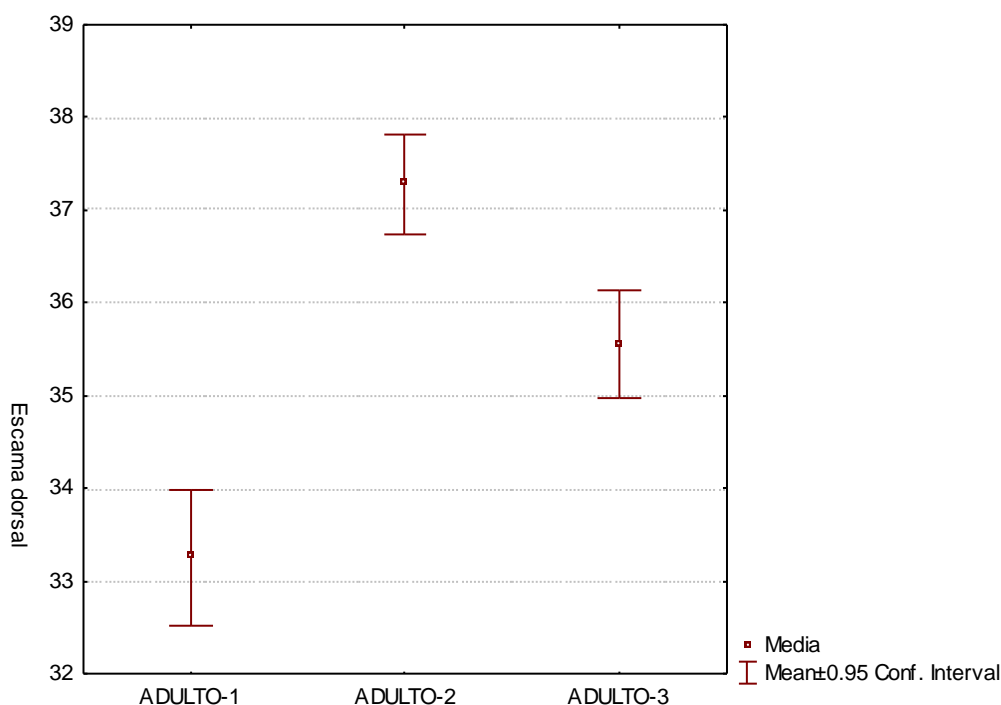


Figura 18. Diferencias en el número de escamas dorsales de los adultos de las tres especies (Adulto-1= *S. licki*, Adulto-2= *S. hunsakeri* y Adulto-3= *S. orcutti*). El cuadro representa a la media, la línea por debajo y por arriba de la media representan al valor mínimo y máximo registrado en cada especie. Fueron encontradas diferencias significativas ($P= 0.000$).

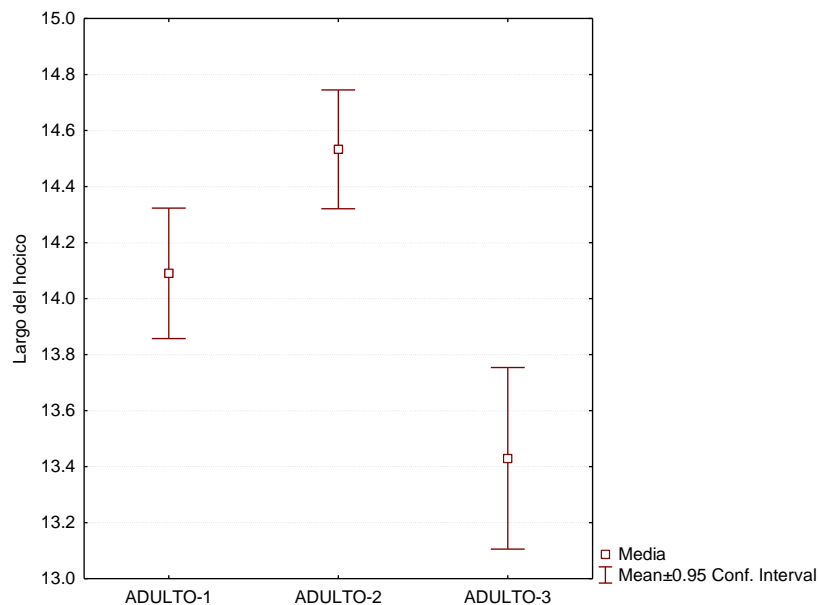


Figura 19. Diferencias en el largo del hocico en milímetros de los adultos de las tres especies (Adulto-1= *S. licki*, Adulto-2= *S. hunsakeri* y Adulto-3= *S. orcutti*). El cuadro representa a la media, la línea por debajo y por arriba de la media representan al valor mínimo y máximo registrado en cada especie. Fueron encontradas diferencias significativas ($P= 0.000$).

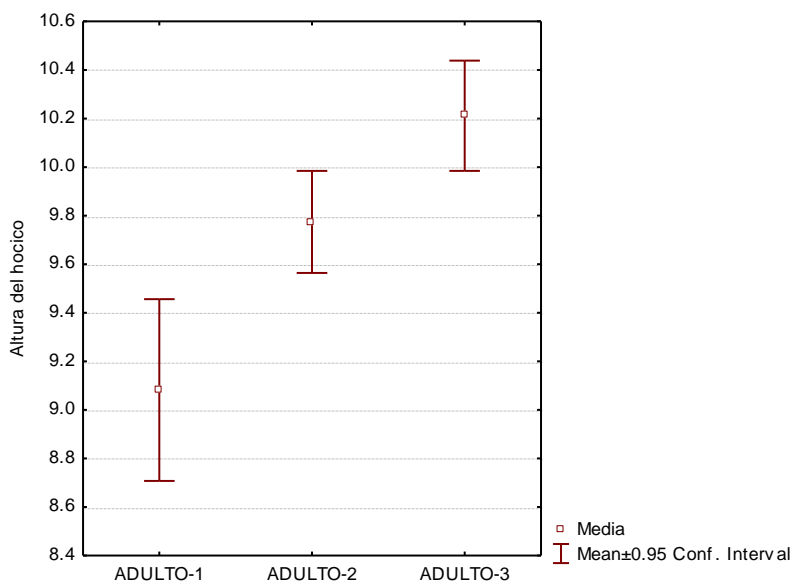


Figura 20. Diferencias morfométricas en milésimos encontradas entre los adultos de las tres especies (Adulto-1= *S. licki*, Adulto-2= *S. hunsakeri* y Adulto-3= *S. orcutti*). La medida es la altura del hocico. El cuadro representa a la media, la línea por debajo y por arriba de la media representan al valor mínimo y máximo registrado en cada especie. Fueron encontradas diferencias significativas ($P= 0.000$).

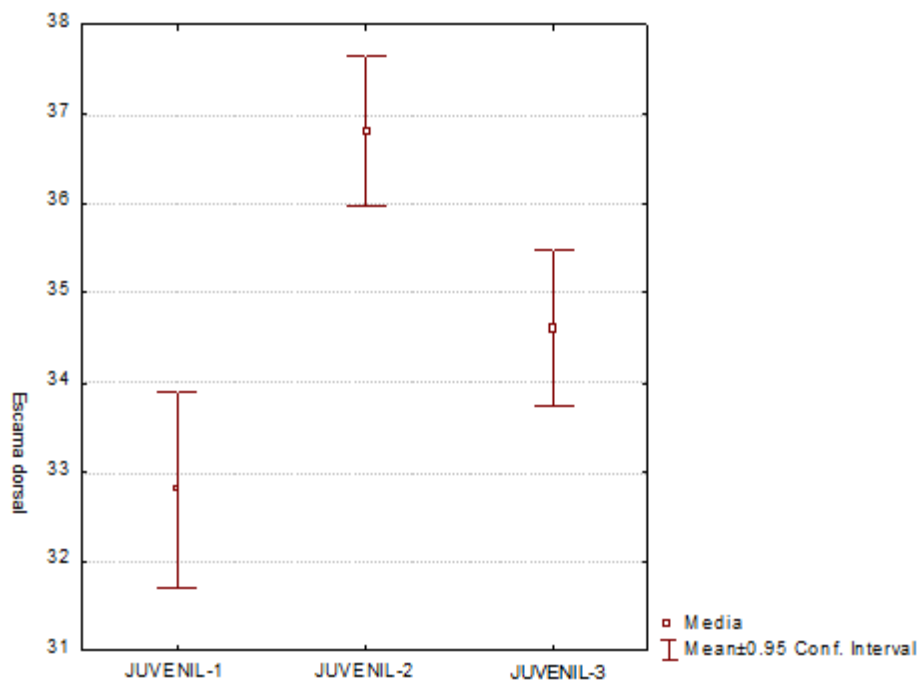


Figura 21. Gráfica de cajas y bigotes mostrando las diferencias encontradas en un carácter merístico, de los juveniles del genero *Sceloporus* (Juvenil-1= *S. licki*, Juvenil-2= *hunsakeri* y Juvenil-3= *orcutti*), esta medida es g) conteo de escamas dorsales. El cuadro representa a la media, la línea por debajo y por arriba de la media representan al valor mínimo y máximo registrado en cada especie. Fueron encontradas diferencias significativas ($P= 0.000$).

VIII.III. Comparaciones entre las especies *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

El Análisis de Funciones Discriminantes (AFD) aplicado para comparar a las especies de *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*., mostró una combinación de caracteres merísticos y morfométricos para distinguir a estas especies entre sí. Para el análisis entre las especies se obtuvo una lambda de 0.106, donde 17 de los 22 caracteres morfométricos y merísticos medidos fueron estadísticamente significativos ($p < 0.000$); siendo los más representativos y que presentaron una mayor significancia: escamas dorsales (ED) con $\lambda = 0.1673$, los poros femorales izquierdos (Piz) con $\lambda = 0.1268$, el largo de la escama rostral (RL), con $\lambda = 0.1251$, y largo del hocico (LC) con $\lambda = 0.1225$. El resto de los caracteres merísticos y morfométricos se muestran en la Tabla V. Los valores de tolerancia oscilaron entre 0.459 (longitud del dedo del metatarso) y 0.729 (escamas ventrales).

Una vez comprobado que los valores que se han utilizado son de importancia por ser discriminantes, se clasificó a los organismos determinando el porcentaje de casos correctamente clasificados, siendo este porcentaje el valor que indica la efectividad de las funciones discriminantes.

El porcentaje de clasificación identificado correctamente fue de 92.99% de los organismos. Esto nos permitió conocer que la clasificación de las tres especies se hizo con una gran precisión (Tabla VI). También se observaron organismos clasificados de modo erróneo, lo cual fue debido a que las medidas y conteos realizados se ubican en aquellas asignadas a otra(s) especie(s).

Tabla V. Variables significativas (*) de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* obtenidas con el AFD. Se encuentran marcados con un asterisco (*) las variables significativas. En la Tabla I aparecen las abreviaciones de cada variable.

N=214	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remove (2,206)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*MC	0.117129	0.925545	7.84330	0.000529	0.580245	0.419755
*ED	0.167315	0.647930	52.97927	0.000000	0.683919	0.316081
*Pizq	0.126823	0.854802	16.56150	0.000000	0.846439	0.153561
*AC	0.121826	0.889864	12.06730	0.000011	0.689466	0.310534
*EV	0.120335	0.900886	10.72681	0.000038	0.729068	0.270932
*HM	0.114343	0.948099	5.33739	0.005536	0.479143	0.520857
*RL	0.125134	0.866336	15.04291	0.000001	0.664735	0.335265
*RH	0.120484	0.899775	10.86043	0.000034	0.508550	0.491450
*DMT	0.117909	0.919428	8.54421	0.000277	0.459064	0.540936
*LC	0.122591	0.884308	12.75571	0.000006	0.451458	0.548542
Sizq	0.110403	0.981933	1.79396	0.169034	0.477903	0.522097
HC	0.111222	0.974701	2.53070	0.082215	0.726949	0.273051
Ra	0.110934	0.977232	2.27155	0.105876	0.796389	0.203611
*Ider	0.112108	0.966997	3.32763	0.037927	0.629739	0.370261
Sder	0.110507	0.981011	1.88729	0.154238	0.464976	0.535024
Ti	0.110328	0.982603	1.72629	0.180651	0.745404	0.254596
DMC	0.109874	0.986666	1.31765	0.270136	0.648571	0.351429

La raíz canónica 1 (rc1) explicó el 69.68% de la variación total y con la raíz canónica 2 (rc2) completó el 100% de la variación, esto quiere decir que la raíz que aportó mayor grado de discriminación fue la raíz 1. La rc1 se encontró más asociada con los caracteres: RH (ancho de la escama rostral, $Y_1=0.511$); RL (largo de la escama rostral, $Y_1=0.497$); AC (ancho del hocico, $Y_1=0.456$), mientras que en la rc2 se asocia mejor con el carácter: ED (escamas dorsales, $Y_2=0.912$); LC (largo del hocico $Y_2=0.647$); y DMT (longitud del dedo del metatarso, $Y_2=0.550$). Esto nos ayudó a entender el orden de importancia de los caracteres que permiten la discriminación (Tabla VII).

Tabla VI. Matriz de clasificación que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación.

N= 214	Porcentaje correcto	<i>S. licki</i> P=0.30374	<i>S. hunsakeri</i> P= 0.29439	<i>S. orcutti</i> P= 0.40187
<i>S. licki</i>	89.2307	58	5	2
<i>S. hunsakeri</i>	92.06349	4	58	1
<i>S. orcutti</i>	96.51163	2	1	83
Total	92.99065	64	64	86

Tabla VII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. Las abreviaciones de los caracteres son descritas en la Tabla I.

Variable	Raíz 1	Raíz 2
MC	0.385170	-0.173472
ED	-0.240794	-0.912298
Pizq	-0.477782	-0.023759
AC	0.456955	0.074256
EV	0.032946	0.488507
HM	0.375982	0.063606
RL	-0.497308	-0.165856
RH	0.511091	0.045148

Variable	Raíz 1	Raíz 2
DMT	-0.069280	0.550994
LC	0.159097	-0.647321
Sizq	-0.014465	0.257847
HC	-0.164640	-0.159858
Ra	-0.073594	-0.208115
Ider	0.154344	-0.246973
Sder	-0.135081	0.218977
Ti	0.176046	0.012861
DMC	-0.083360	0.164629
Eigenval	3.000953	1.305544
Cum. Prop	0.696843	1.000000

Para conocer las diferencias presentes entre las tres especies del género *Sceloporus*, se realizó una gráfica de dispersión que mostró las agrupaciones, dejando ver que son especies diferentes, que poseen mucha similitud en sus características merísticas y morfométricas. Sin embargo, cuando se obtuvieron los promedios de la longitud hocico-cloaca, se observó que las tres especies son diferentes en su tamaño corporal promedio. *S. licki* es la especie más pequeña con una LHC de 62.48 mm, siendo *S. orcutti* la especie que presenta el mayor tamaño con una LHC de 77.60 mm, dejando como especie intermedia a *S. hunsakeri*. El diagrama de dispersión muestra como las especies *S. licki* y *S. hunsakeri* presentan mayor similitud en comparación con *S. orcutti* (Fig. 22).

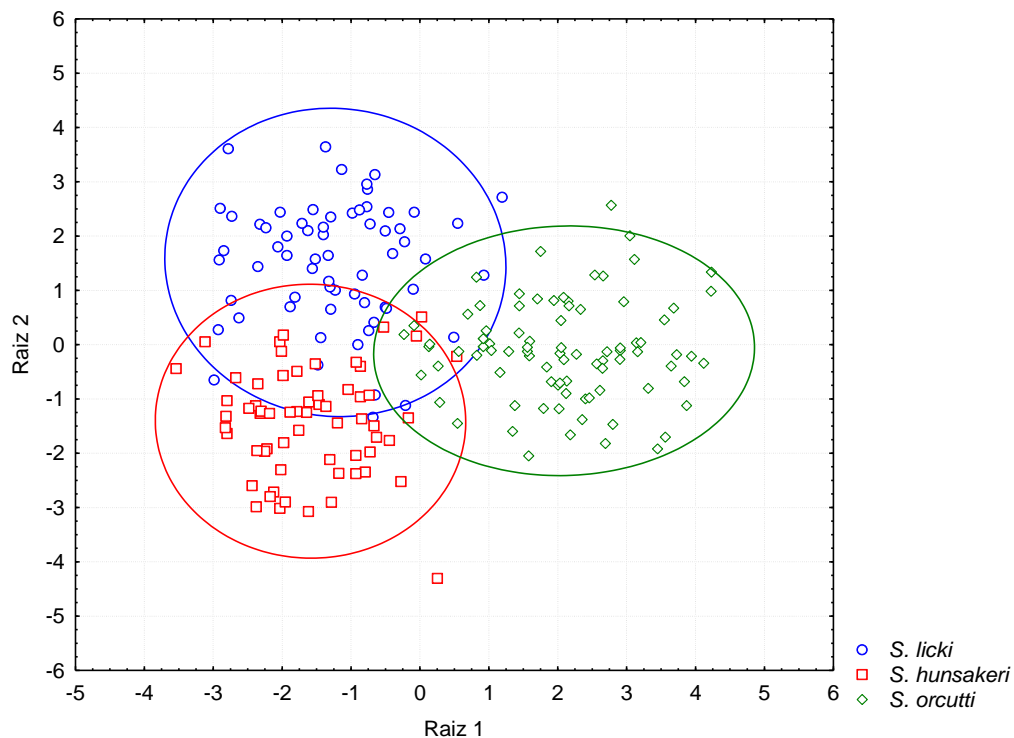


Figura 22. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz canónica, generado por análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos y merísticos de *Sceloporus licki*, *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus orcutti*.

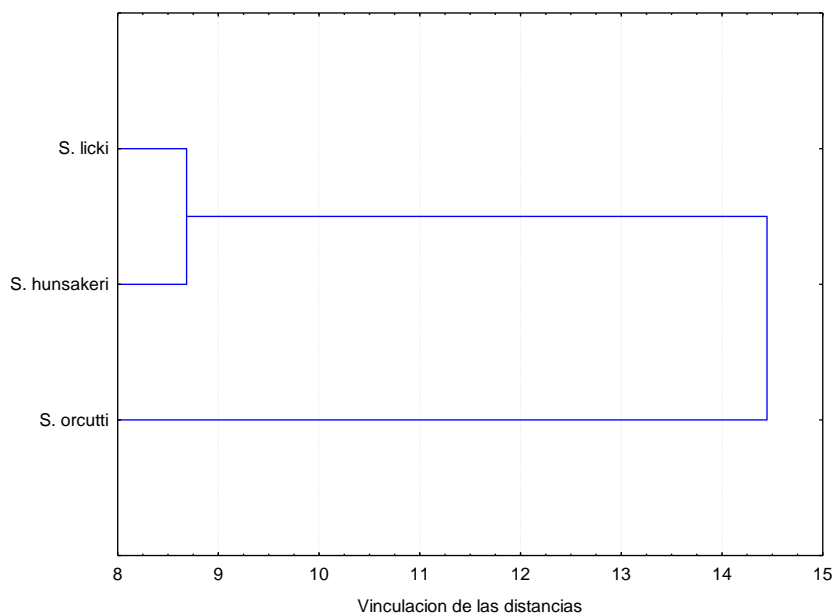


Figura 23. Dendrograma de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos para todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio.

Para obtener el dendograma se utilizaron las distancias cuadráticas de Mahalanobis, que permitieron determinar la similitud entre las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. Se observó que las especies de *S. licki* y *S. hunsakeri* muestran mayor similitud, teniendo distancias menores entre ellas, por lo que estas dos especies están altamente relacionadas, sin embargo las tres especies del estudio están estrechamente relacionadas entre sí (Fig. 23), esta comparación permitió entender mejor porque las especies *S. licki* y *S. orcutti* eran consideradas como una sola especie (*S. orcuttilicki*).

VIII.IV. Comparación entre sexos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

Para conocer las diferencias entre machos y hembras de las especies de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, se realizó una comparación general, donde se incluyeron machos y hembras de las tres especies en un análisis. Sin embargo se volvía complicado diferenciar entre hembras y machos, debido a que los organismos de *S. licki* son de menor tamaño y *S. orcutti* presenta un tamaño mayor. Por ejemplo, se confundieron hembras de *S. orcutti* con machos de *S. licki*, además se observó que en las tres especies se tienen problemas para diferenciar entre hembras y machos de su misma especie.

Por lo antes mencionado, se realizaron análisis separados. Primero se comparó entre hembras de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* y posteriormente se realizaron las comparaciones entre machos. Estos análisis se hicieron con la finalidad de encontrar caracteres merísticos o morfométricos que nos permitieran resolver los objetivos planteados.

El AFD aplicado para comparar a las hembras de las especies de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, generó una combinación de caracteres merísticos y morfométricos que permitieron conocer las diferencias de las tres especies. Del AFD aplicado se obtuvo un $\lambda=0.5618$, donde 12 de los 22 caracteres morfométricos y merísticos medidos fueron estadísticamente significativos ($p<0.000$). De estos las escamas dorsales, tuvieron un valor de $\lambda=0.129$, los poros femorales izquierdos un $\lambda=0.079$, y el ancho de la escama rostral un $\lambda=0.070$. Los valores de tolerancia oscilaron entre los 0.563 (largo de la escama rostral) y 0.850 (largo del metacarpo) (Tabla VIII).

Tabla VIII. Variables significativas en las hembras de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* obtenidas con el AFD. Marcadas con un asterisco (*) se muestran los caracteres estadísticamente significativos. En la Tabla 1 se muestra el significado de la abreviatura de cada variable.

N=71	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remove (2,57)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*MC	0.066147	0.849383	5.05375	0.009538	0.850650	0.149350
*ED	0.129472	0.433946	37.17634	0.000000	0.744989	0.255010
*Pizq	0.079810	0.703969	11.98472	0.000045	0.773169	0.226831
*RH	0.070517	0.796742	7.27066	0.001540	0.566318	0.433683
*Sizq	0.067340	0.834332	5.65908	0.005730	0.769023	0.230977
MT	0.061196	0.918093	2.54260	0.087553	0.763329	0.236671
Ra	0.058529	0.959941	1.18933	0.311865	0.759543	0.240457
EV	0.060772	0.924509	2.32717	0.106775	0.834947	0.165053
Ider	0.059592	0.942805	1.72893	0.186651	0.729238	0.270762
AC	0.061309	0.916402	2.59988	0.083072	0.739687	0.260313
RL	0.061403	0.914998	2.64760	0.079520	0.563932	0.436068
Fe	0.058514	0.960188	1.18169	0.314161	0.673536	0.326464

Al comparar los machos de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, se obtuvo un $\lambda=0.105$, donde 16 de los 22 caracteres morfométricos y merísticos medidos fueron estadísticamente significativos ($p<0.000$). De éstos las escamas dorsales tuvieron un $\lambda=0.154$, el ancho de la escama rostral un $\lambda=0.131$, y el largo de la escama rostral un $\lambda=0.125$. Los valores de tolerancia oscilaron entre los 0.379 (largo del dedo del metatarso) y 0.798 (largo del radio) (Tabla IX).

Tabla IX. Variables significativas en los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* con el AFD. Marcadas con un asterisco (*) se muestran los caracteres estadísticamente significativos. En la Tabla 1 se muestra el significado de la abreviatura de cada variable.

N=143	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remove (2,125)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*MC	0.113815	0.931175	4.61951	0.011600	0.583434	0.416566
*ED	0.154456	0.686164	28.58612	0.000000	0.581770	0.418230
*AC	0.126275	0.839293	11.96744	0.000018	0.579206	0.420794

N=143	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remover (2,125)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*EV	0.118325	0.895686	7.27889	0.001023	0.694290	0.305710
*RL	0.131660	0.804967	15.14297	0.000001	0.635679	0.364321
*RH	0.113931	0.930227	4.68790	0.010884	0.466844	0.533157
*Pizq	0.117257	0.903845	6.64903	0.001802	0.791675	0.208325
*HM	0.116786	0.907490	6.37127	0.002318	0.457849	0.542151
*HC	0.115999	0.913647	5.90716	0.003537	0.559966	0.440034
*DMT	0.115835	0.914940	5.81050	0.003864	0.379397	0.620603
*LC	0.125589	0.843880	11.56268	0.000025	0.406794	0.593206
Ra	0.109324	0.969428	1.97104	0.143618	0.798724	0.201276
Ti	0.109461	0.968217	2.05166	0.132827	0.758681	0.241319
DMC	0.108692	0.975066	1.59822	0.206360	0.613991	0.386009
*Sder	0.111268	0.952490	3.11750	0.047728	0.538566	0.461434
lder	0.108691	0.975070	1.59793	0.206419	0.575326	0.424675

Continuando con el análisis general de machos y hembras, se obtuvo un porcentaje correcto de clasificación del 74.76% de los organismos, este porcentaje indica que existe dificultad para realizar la clasificación de manera general, al tener a hembras y machos de las tres diferentes especies. Por el contrario, si realizamos una comparación entre especies comparando a hembras y machos por separado, podemos realizar un mejor análisis.

En la Tabla X se muestra la comparación entre las hembras de las tres especies de *Sceloporus*. Este análisis no presentó problemas para diferenciar a las hembras de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, al tener un 94.36% de clasificación correcta.

S. licki tiene un porcentaje correcto de 96.15%, debido a que uno de los organismos, por las dimensiones que presenta se confundió con *S. hunsakeri*. La especie *S. hunsakeri*, por su parte, tiene un porcentaje correcto de 88%, por lo que esta especie fue la que presentó el menor porcentaje correcto de clasificación, mostrando a tres de sus organismos dentro de la especie *S. licki*, pero esto no significa que se tengan problemas para realizar la identificación.

S. orcutti presenta un porcentaje de clasificación correcta del 100%, dado que es una especie que tiene dimensiones superiores a las que presentan las otras dos especies, no existe problema para clasificar a esta especie. Con esta tabla no solo se demuestra que las tres especies son diferentes, sino que también se nota la similitud que presenta *S. licki* y *S. orcutti*.

Tabla X. Matriz de clasificación de las hembras de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación.

GRUPO	% CORRECTO	<i>S. licki</i> P=0.36620	<i>S. hunsakeri</i> P=0.35211	<i>S. orcutti</i> P=0.28169
<i>S. licki</i>	96.1539	25	1	0
<i>S. hunsakeri</i>	88.0000	3	22	0
<i>S. orcutti</i>	100.0000	0	0	20
Total	94.3662	28	23	20

Nuevamente se realizó la matriz de clasificación para conocer los porcentajes correctos de clasificación al comparar a los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. El análisis muestra que no existen problemas para diferenciar a los machos de cada especie, al tener un 93.00 % de clasificación correcta (Tabla XI).

La especie *S. licki* tiene un porcentaje correcto de 87.17%, debido a que algunos de los organismos de la especie *S. licki*, se confunden con las otras especies. La especie *S. hunsakeri* tiene un porcentaje correcto del 94.73%, esta especie no presenta problemas para diferenciarse del resto, solo que por las dimensiones que tienen se traslapan con algunos de los organismos de *S. licki* y *S. orcutti*. Por otro lado, la especie *S. orcutti* presentó un porcentaje correcto de clasificación del 95.45%.

Tabla XI. Matriz de clasificación de los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación.

GRUPO	% CORRECTO	<i>S. licki</i> P=0.27273	<i>S. hunsakeri</i> P=0.26573	<i>S. orcutti</i> P=0.46154
<i>S. licki</i>	87.17949	34	3	2
<i>S. hunsakeri</i>	94.73684	1	36	1
<i>S. orcutti</i>	95.45454	2	1	63
Total	93.00700	37	40	66

Las comparaciones que se realizaron de machos y hembras por separado, permitieron conocer que no existen problemas para tener una correcta clasificación al compararse con otras especies (*S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*). No obstante al realizar un análisis general, colocando a machos y hembras de las tres especies en un solo análisis, es cuando se tienen dificultades, puesto que como se mencionó anteriormente el problema de diferenciación sexual se da entre la misma especie.

El estudio del coeficiente estandarizado de las hembras de las especies muestra dos raíces. La raíz canónica 1 (rc1) explicó el 72.2% de la variación total, la raíz canónica 2 (rc2) completa el 100% (Tabla XII). La rc1 estuvo asociada con dos caracteres: RH (ancho de la escama rostral, $Y_1= 0.633$), y Pizq (poros femorales izquierdos, $Y_1= 0.621$), rc2 está asociada con: ED (escamas dorsales, $Y_2=1.070$); y Sizq (escamas supralabiales izquierdas, $Y_2= 0.552$). Esto ayudó a entender el orden de importancia de los caracteres que permiten la discriminación entre las hembras.

Tabla XII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas de las hembras de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. Las abreviaciones de los caracteres son descritas en la Tabla 1.

Variable	Raíz 1	Raíz 2
MC	-0.438155	0.159551
ED	-0.059271	1.070922
Pizq	0.621063	0.303752
RH	-0.633957	-0.188352
Sizq	-0.130937	-0.552035
MT	-0.240552	0.298993
Ra	-0.111914	0.253129
EV	-0.061866	-0.363538
Ider	-0.100136	0.325821
AC	-0.285768	-0.260682
RL	0.402692	0.152570
Fe	-0.238292	-0.133192
Eigenval	5.052406	1.940759
Cum. Prop	0.722478	1.000000

A continuación se muestran el análisis del coeficiente estandarizados realizado para conocer a las variables de importancia en los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, según la raíz canónica. La raíz canónica 1 (rc1) aportó el 70.6% de la variación total, la raíz canónica 2 (rc2) completó el 100% (Tabla XIII). La rc1 estuvo asociada con dos caracteres: RL (longitud de la escama rostral, $Y_1= 0.616$), y AC (Ancho de la cabeza, $Y_1= 0.603$), rc2 está asociada con: ED (escamas dorsales, $Y_2=0.875$); y LC (longitud de la cabeza, $Y_2= 0.823$). Esto permitió dimensionar el orden de importancia de los caracteres que aportan la discriminación entre los machos.

Tabla XIII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas de los machos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. Las abreviaciones de los caracteres son descritas en la Tabla 1.

Variable	Raiz 1	Raiz 2
MC	-0.375467	0.141315
ED	0.376067	0.875534
AC	-0.603980	0.049107
EV	-0.060939	-0.511240
RL	0.616018	0.186378
RH	-0.440110	-0.071117
Pizq	0.387102	-0.119400
HM	-0.516513	-0.015230
HC	0.386473	0.270136
DMT	-0.129441	-0.612347
LC	-0.037814	0.823673
Ra	0.137520	0.206108
Ti	-0.224185	-0.082650
DMC	0.153079	-0.201370
Sder	0.085570	-0.382834
Ider	-0.091827	0.255934
Eigenval	3.113062	1.294054
Cum. Prop	0.706372	1.000000

En las Figuras 24 y 25 se tienen los diagramas de dispersión de hembras y machos de manera separada. Estos diagramas de se obtuvieron de los porcentajes de clasificación correcta, y nos muestran de manera visual como los grupos se separan, haciendo evidente que las tres especies son diferentes, pero sin embargo existen unos pequeños traslapes. En cada diagrama se observa la relación entre la raíz 1 y 2.

En la Figura 24 se muestran las diferencias entre las hembras de las especies, encontramos que *S. orcutti*, se separa totalmente de *S. licki* y *S. hunsakeri*, las cuales guardan mayor similitud. Los machos por su parte, tienen varios traslapes entre las tres especies.

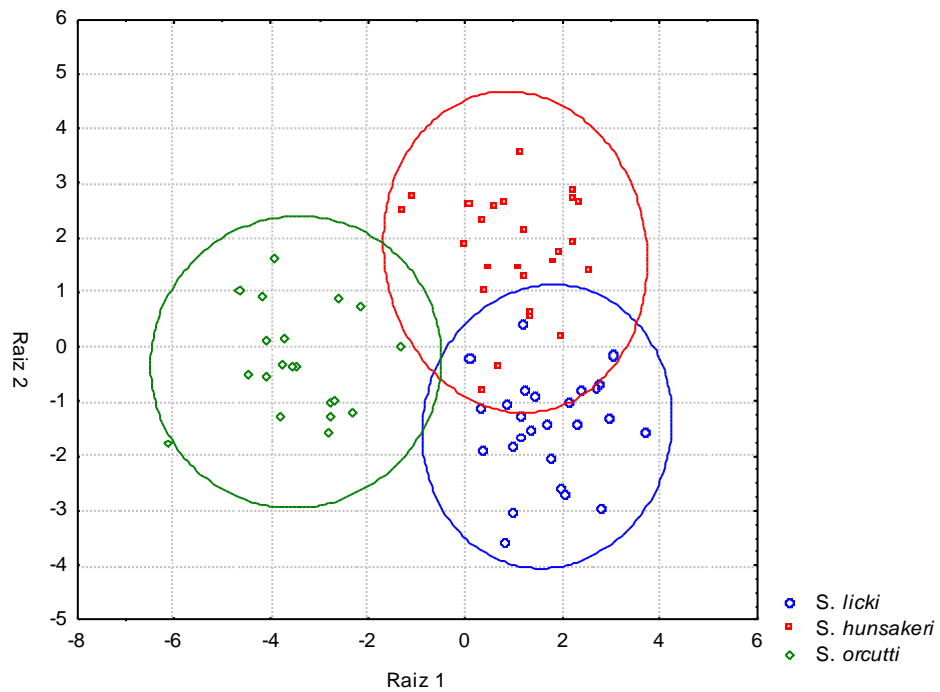


Figura 24. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz canónica, generado por análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos y merísticos de las hembras de las *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

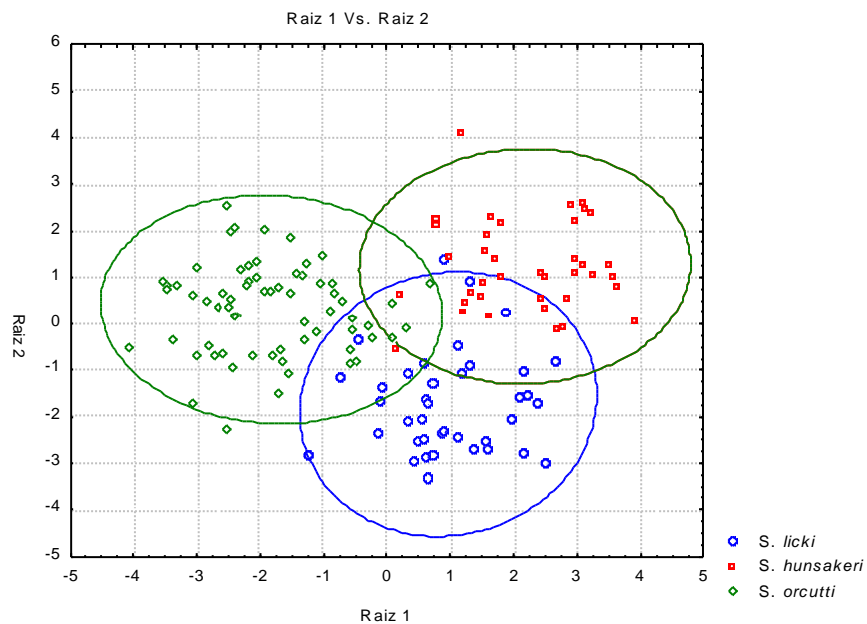


Figura 25. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz, generado por análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos y merísticos de las hembras de las especies *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

En las Figuras 26 y 27, se observan las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de las hembras y machos de las tres especies de *Sceloporus*. En ambos casos se observa claramente como las especies de *S. licki* y *S. hunsakeri* tienen distancias menores entre ellas, en comparación con la especie *S. orcutti*.

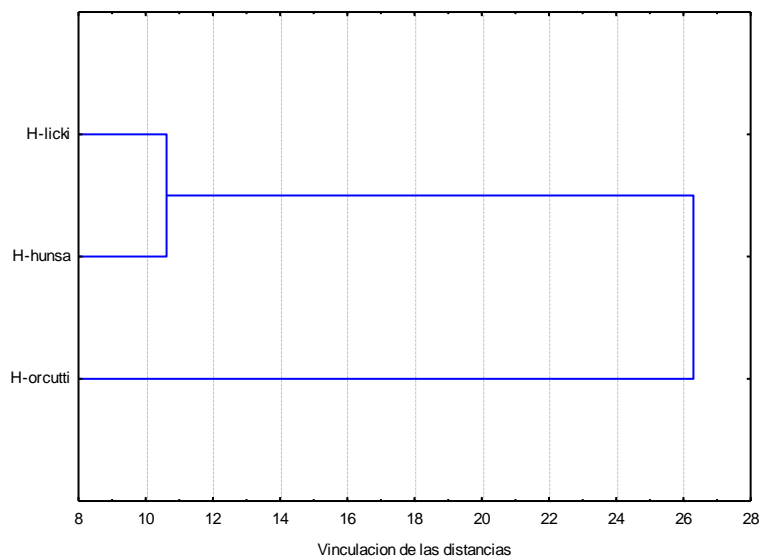


Figura 26. Dendrograma de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos de las hembras para todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio.

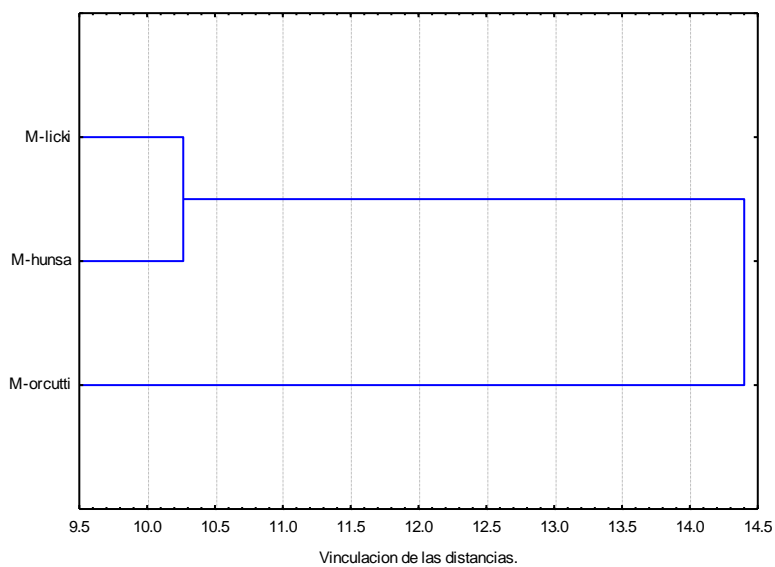


Figura 27. Dendrograma de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos de los machos para todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio.

VIII.V. Comparación entre edades (juveniles y adultos) de *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

Para este estudio se realizaron análisis separando a los juveniles y adultos de las tres especies (*S. licki* y *S. hunsakeri* y *S. orcutti*), para conocer los caracteres que pueden ser de utilidad para distinguir entre edades. Para lograr esta separación, se utilizaron las tallas de LHC, donde las tallas de 40-59 se asignaron a los juveniles y de 60-110 para adultos. En un principio se quería conocer en forma general si era posible separar a juveniles y adultos de las tres especies, uniendo todos los datos en un solo análisis, sin embargo existe el mismo problema que se menciona en el apartado anterior (diferencia entre sexos), donde los juveniles y adultos de la misma especie mostraron algunos traslapes, de uno o dos organismos, que hicieron que el porcentaje de clasificación correcta fuera del 88%.

Por lo antes mencionado, se realizó un AFD separando a juveniles y adultos de las tres especies (*S. licki* y *S. hunsakeri* y *S. orcutti*). El ADF aplicado para los juveniles de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, generó una combinación de caracteres merísticos y morfométricos que permitieron conocer las diferencias de las tres especies. Del AFD se obtuvo un $\lambda=0.052$, donde 12 de los 22 caracteres morfométricos y merísticos medidos fueron estadísticamente significativos ($p<0.000$), de los cuales las escamas dorsales tuvieron un $\lambda=0.100$, la longitud del metacarpo un $\lambda=0.079$, y los poros femorales izquierdos un $\lambda=0.071$. Los valores de tolerancia oscilaron entre los 0.263 (poros femorales izquierdos) y 0.639 (longitud del húmero) (Tabla XIV).

Tabla XIV. Identificación de variables significativas en los juveniles de las especies *Sceloporus* con el AFD. Marcadas con un asterisco (*) se muestran los caracteres estadísticamente significativos. Las abreviaciones de los caracteres son descritas en la tabla 1.

N=47	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remove (5,191)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*MC	0.079460	0.657416	8.07715	0.001502	0.377581	0.622419
*ED	0.100029	0.522231	14.18032	0.000042	0.593396	0.406604
*Pizq	0.071625	0.729334	5.75226	0.007505	0.736345	0.263655
Ti	0.058084	0.899353	1.73462	0.193160	0.568546	0.431454

N=47	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remover (5,191)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*RL	0.064280	0.812675	3.57282	0.040152	0.655773	0.344227
Sizq	0.057296	0.911725	1.50075	0.238720	0.421448	0.578552
RH	0.057939	0.901612	1.69143	0.200819	0.404843	0.595157
Sder	0.059259	0.881526	2.08315	0.141625	0.537472	0.462528
AC	0.058195	0.897639	1.76752	0.187532	0.695278	0.304722
Ra	0.059325	0.880549	2.10266	0.139213	0.588403	0.411597
lizq	0.057237	0.912672	1.48309	0.242594	0.652075	0.347925
HM	0.056437	0.925604	1.24582	0.301712	0.360214	0.639786

A continuación se muestran los resultados obtenidos al comparar los adultos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, con el análisis de función discriminante, el cual mostró un valor $\lambda=0.792$. Diecinueve caracteres fueron significativos, de los cuales las escamas dorsales tiene $\lambda=0.122$, largo del dedo del metatarso $\lambda=0.094$; y longitud de la escama rostral $\lambda=0.090$ son los que registraron el mayor grado de significancia (Tabla XV).

Tabla XV. Identificación de variables significativas en los adultos de las tres especies de *Sceloporus* con el AFD. Marcadas con un asterisco (*) se muestran los caracteres estadísticamente significativos. Las abreviaciones de los caracteres son descritas en la tabla 1.

N=167	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remover (5,191)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*MC	0.084375	0.939156	4.72938	0.010229	0.690554	0.309446
*ED	0.122443	0.647169	39.79892	0.000000	0.649315	0.350685
Pizq	0.082093	0.965271	2.62643	0.075753	0.322215	0.677785
*EV	0.088349	0.896920	8.38966	0.000356	0.740200	0.259800
*HM	0.089292	0.887444	9.25867	0.000164	0.582402	0.417598
*AC	0.086488	0.916212	6.67584	0.001682	0.638529	0.361471
*DMT	0.094594	0.837702	14.14315	0.000002	0.547304	0.452696
*LC	0.086875	0.912138	7.03173	0.001215	0.599680	0.400320
*RL	0.090687	0.873790	10.54412	0.000053	0.598608	0.401392
*RH	0.084147	0.941708	4.51871	0.012471	0.444621	0.555379
Sder	0.082305	0.962776	2.82243	0.062710	0.425370	0.574630

N=167	Lambda de Wilks	Parcial de Lambda	F-remover (5,191)	p-valor	Tolerancia	1-Toler. (R-Sqr.)
*I _{der}	0.084042	0.942882	4.42224	0.013658	0.350944	0.649056
*H _C	0.083236	0.952017	3.67929	0.027610	0.717308	0.282692
R _a	0.082121	0.964939	2.65241	0.073877	0.800004	0.199996
T _i	0.081003	0.978254	1.62274	0.200896	0.706971	0.293029
F _e	0.081373	0.973809	1.96336	0.144074	0.613486	0.386514
liz _q	0.080603	0.983115	1.25381	0.288471	0.414394	0.585607
P _{der}	0.080591	0.983252	1.24344	0.291425	0.301787	0.698214
Siz _q	0.080368	0.985986	1.03758	0.356908	0.447609	0.552391

Como se estuvo haciendo en los anteriores análisis, se hizo una clasificación general del análisis, donde los organismos de todas las tallas fueron comparados, este análisis mostró un porcentaje de clasificación correcta del 88.78% de los organismos. Lo anterior significa que la clasificación de los organismos se hizo adecuadamente aunque se tenía a algunos individuos clasificados en una edad diferente a la que pertenecen. Teniendo individuos adultos de una especie clasificados como juveniles de la misma especie o en otras especie; y lo mismo ocurrió con los juveniles, que, teniendo un mayor margen de error al contrastar a juveniles con adultos.

Ahora para conocer si se pueden tener diferencias entre especies, con respecto del estadio en que se encuentran los organismos, se hizo un análisis individual de cada especie para hacer la comparación. Los resultados arrojados en el análisis permitieron conocer que la diferenciación en las tres especies es notoria al tener porcentajes elevados de clasificación correcta. El porcentaje de clasificación correcta de los juveniles de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, mostró un porcentaje de 97.77%, que comprueba que es posible distinguir de manera correcta a cada juvenil por especie (Tabla XVI).

Tabla XVI. Matriz de clasificación de los juveniles de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación.

GRUPO	%Clasificación	Juvenil- <i>licki</i> P=0.35556	Juvenil- <i>hunsakeri</i> P=0.24444	Juvenil- <i>orcutti</i> P=0.40000
Juvenil- <i>licki</i>	93.7500	15	1	0
Juvenil- <i>hunsakeri</i>	100.0000	0	11	0
Juvenil- <i>orcutti</i>	100.0000	0	0	18
Total	97.7778	15	12	18

Nuevamente se confeccionó una matriz de clasificación para conocer los porcentajes correctos de clasificación al comparar a los adultos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. El análisis evidenció, que no existen problemas para diferenciar a los adultos de cada especie, al tener un 94.01 % de clasificación correcta (Tabla XVII).

Tabla XVII. Matriz de clasificación de los adultos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, que indica los grupos en los que se dividió a los organismos y su porcentaje de clasificación.

GRUPO	%Clasificación	<i>S. -licki</i> P=0.29341	<i>S. hunsakeri</i> P=0.30539	<i>S. orcutti</i> P=0.40120
<i>S. licki</i>	87.75510	43	5	1
<i>S. hunsakeri</i>	94.11765	2	48	1
<i>S. orcutti</i>	98.50746	1	0	66
Total	94.01198	46	53	68

El estudio del coeficiente estandarizado para los juveniles de las especies mostró dos raíces. La raíz canónica 1 (rc1) se encargó de explicar el 76.83% de la variación total, mientras que la raíz canónica 2 (rc2) completó el 100% de la varianza explicada, mostrando que la raíz que tiene variables más significativas fue la raíz canónica 1 (Tabla XVIII). La rc1 estuvo mejor asociada con dos caracteres: MC (longitud del metacarpo, $Y_1= 1.028$), y Pizq (poros femorales izquierdos, $Y_1= 0.652$). Rc2 estuvo asociada con: ED (escamas dorsales, $Y_2=1.089$); y Sizq

(escamas supralabiales izquierdas, $Y_2= 0.537$). Esto ayudo a entender el orden de importancia de los caracteres que permiten la discriminación entre los juveniles.

Tabla XVIII. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas, de los juveniles de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. Las abreviaciones de los caracteres son descritas en la tabla 1.

Variables	Raiz 1	Raiz 2
MC	-1.02863	0.065049
ED	0.23182	1.089256
Pizq	0.65297	0.069156
Ti	-0.41182	0.223735
RL	0.57097	0.104132
Sizq	0.16855	-0.537944
RH	-0.44573	0.338168
Sder	0.48960	0.155593
AC	-0.27990	-0.354129
Ra	0.29636	0.447119
lizq	-0.39239	0.059796
HM	-0.02432	-0.567433
Eigenval	5.89386	1.776817
Cum. Prop	0.76836	1.000000

El estudio del coeficiente estandarizado de los adultos denotó dos raíces. La raíz canónica 1 (rc1) explicó el 70.36% de la variación total, mientras que la raíz canónica 2 (rc2) completó el 100% de la variación explicada (Tabla XIX). La rc1 estuvo mejor asociada con dos caracteres: HM (longitud del humero, $Y_1= 0.492$), y AC (ancho de la cabeza, $Y_1= 0.397$). Rc2 estuvo asociada con: ED (escamas dorsales, $Y_2=0.915$); y DMT (longitud del dedo del metatarso, $Y_2= 0.675$). Lo anterior ayudó entender el orden de importancia de los caracteres que permiten la discriminación entre los adultos.

Tabla XIX. Coeficiente estandarizado de las variables canónicas, de los adultos de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*. Las abreviaciones de los caracteres son descritas en la Tabla I.

Variables	Raíz 1	Raíz 2
MC	0.311045	-0.135845
ED	-0.179512	-0.915930
Pizq	-0.322887	-0.201695
EV	0.134155	0.449988
HM	0.492934	0.030755
AC	0.397364	0.098693
DMT	-0.138472	0.675116
LC	-0.090573	-0.476260
RL	-0.484855	-0.198928
RH	0.357259	0.220074
Sder	-0.089261	0.362680
Ider	0.356442	-0.316955
HC	-0.117372	-0.301120
Ra	-0.147787	-0.207224
Ti	0.154270	0.138775
Fe	0.226956	-0.054707
lizq	-0.207671	-0.103003
Pder	-0.194338	0.203447
Sizq	-0.106713	0.189983
Eigenval	3.830045	1.612735
Cum. Prop	0.703693	1.000000

El resultado de la categorización de acuerdo a las variables canónicas, nos permitió realizar dos diagramas de dispersión, en los cuales se aprecian mejor las diferencias entre juveniles y adultos (Fig. 28 y 29). Primero se observa en el caso de los juveniles, en los cuales no se tiene problema para diferenciar a cada especie, debido a que solo existe un traslape de cada especie, que no presenta problema para distinguirse, sin embargo en el caso de los adultos se tuvo mayor dificultad para lograr una separación, ya que existieron traslapes entre las tres

especies, pero siguió siendo la misma tendencia al tener a las especies *S. licki* y *S. hunsakeri* con mayores traslapes entre ellas, por tener tallas similares en comparación con *S. orcutti* que es de mayor tamaño.

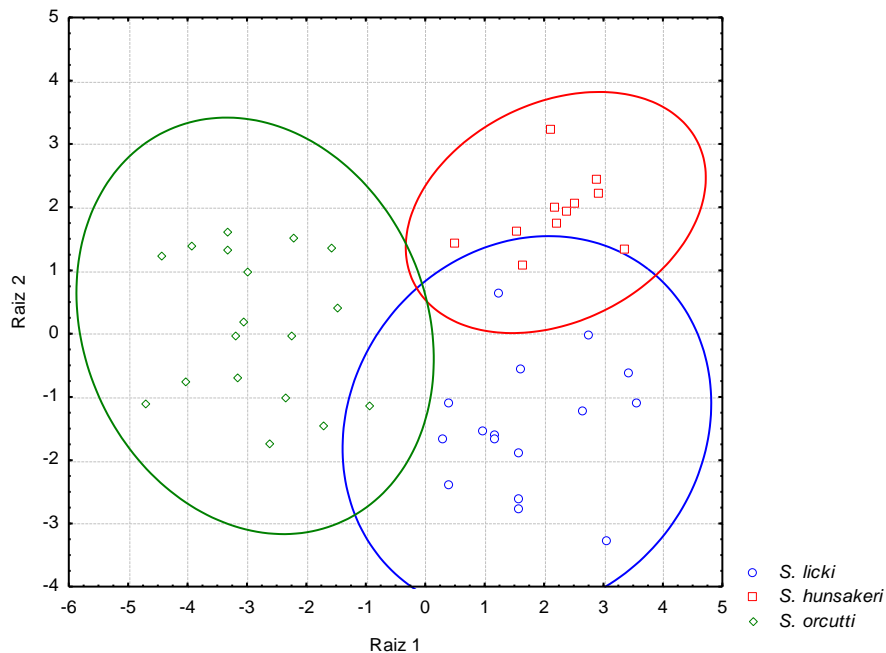


Figura 28. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz, generado por análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos y merísticos de los juveniles de las especies *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

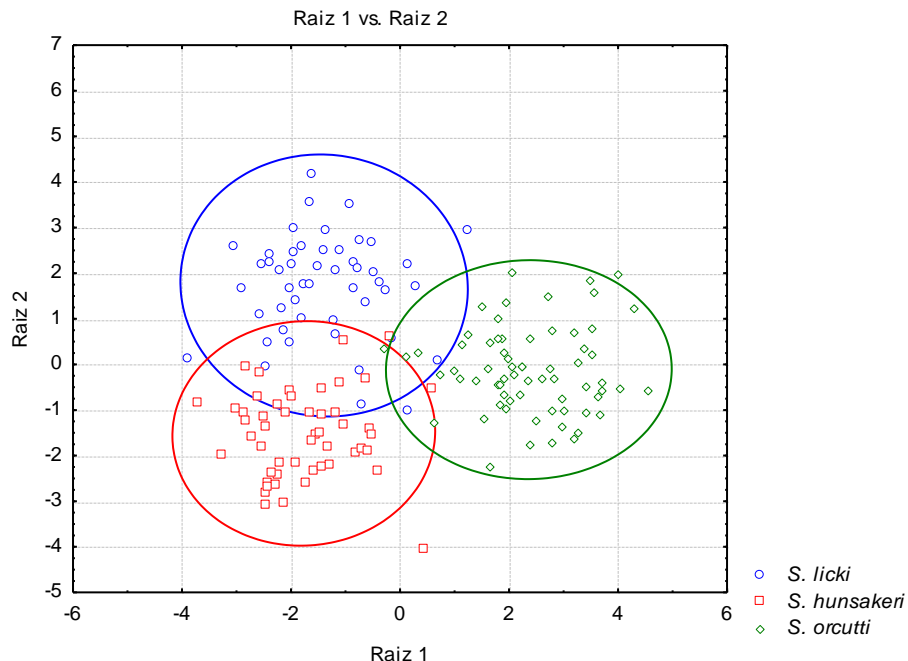


Figura 29. Diagrama de dispersión de los valores de la primera y segunda raíz, generado por análisis de componentes principales de los caracteres morfométricos y merísticos de los adultos de las especies *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*.

Las Figuras 30 y 31 muestran las distancias cuadráticas de Mahalanobis existentes en las diferentes edades que se reportan en este estudio (juveniles y adultos). Al igual que en las gráficas de las distancias cuadráticas de Mahalanobis mostradas con anterioridad, se sigue observando el mismo patrón, las especies de *S. licki* y *S. hunsakeri*, se encuentran estrechamente relacionadas, guardando distancias menores entre ellas. Y se sigue observando el mismo patrón, donde *S. orcutti* tiene una menor distancia con *S. licki*.

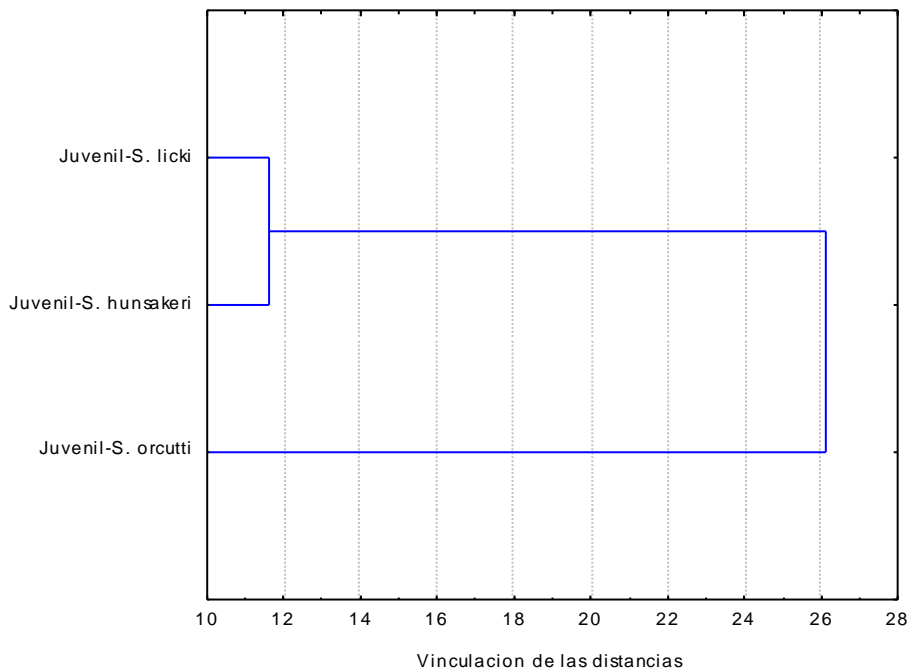


Figura 30. Dendrograma las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos para los juveniles de todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio.

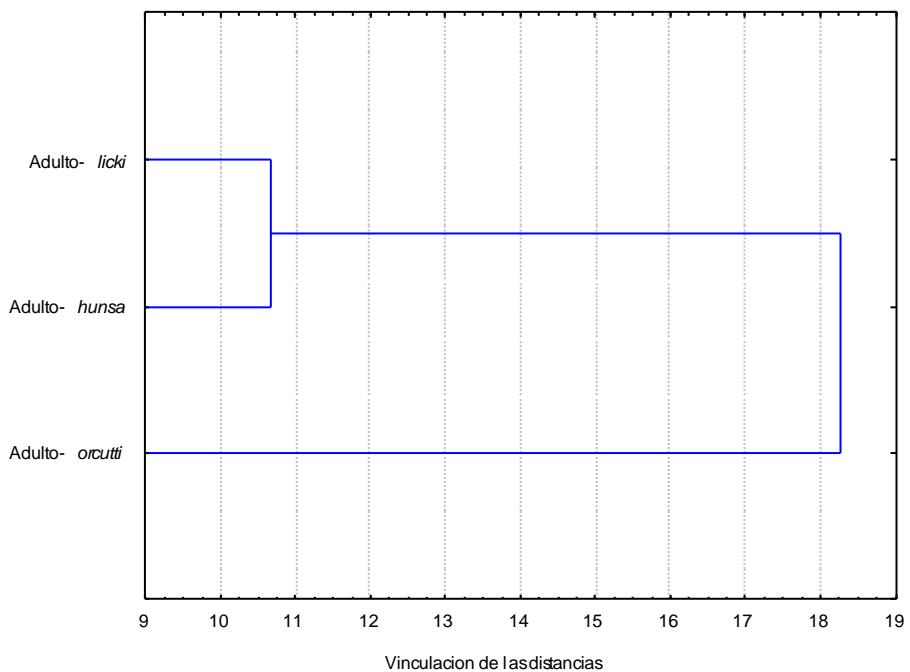


Figura 31. Dendrograma de las distancias cuadráticas de Mahalanobis obtenidas de los datos morfométricos para los adultos de todas las especies de *Sceloporus* presentes en este estudio.

Finalmente se observó que existe un carácter diagnóstico que se repite en las diferentes agrupaciones que se hacen en este estudio (especies, sexos y edades), siendo ED (escamas dorsales), el carácter que sobresale en todos los análisis.

X. DISCUSIÓN

El presente análisis morfométrico y merístico de *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* representa un complemento del estudio anterior realizado por Hall y Smith (1979). Los únicos reportes conocidos sobre la morfometría y merística de estas especies de *Sceloporus* son aquellos de Smith (1939) para *S. orcutti*, como también el correspondiente a Hall y Smith (1979), quienes lograron diferenciar a las especies *Sceloporus licki*, *S. orcutti* y describir a *S. hunsakeri*.

Es importante mencionar que en el trabajo que aquí se ofrece fue realizado con ejemplares depositados en colecciones científicas, por lo que se obtuvieron diferentes tamaños de muestra para cada especie. Este aspecto ocasiona que durante los procedimientos estadísticos pueda ocurrir una discrepancia en los resultados, sin embargo al tener un número de muestra de 214 organismos y diferencias entre el número de muestra entre cada especie no mayor de 20 organismos, esto hace que los resultados guarden homogeneidad y permita con facilidad realizar las comparaciones entre las tres especies. Los datos obtenidos de las mediciones morfométricas fueron estandarizadas mediante regresión (Elliott *et al.*, 1995) para eliminar el efecto de alometría por el tamaño de los organismos.

Con base en los resultados obtenidos en cada uno de los análisis se muestran evidencias que permiten demostrar que tanto en las especies, como en los sexos y edades se pueden encontrar diferencias significativas. En los análisis realizados para las especies de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, se encontraron diferencias morfométricas y merísticas, que permitieron la separación de cada especie. Considerando que *S. licki* y *S. hunsakeri* son especies que tienen una distribución limitada a la Región del Cabo, se comprueba que son especies afines, que tienen gran semejanza morfométrica.

Los caracteres más discriminantes fueron las escamas dorsales, los poros femorales izquierdos, el largo de la escama rostral y la longitud de la cabeza. Las especies de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* tuvieron promedios de la LHC menores a los publicados por Hall y Smith

(1979), que muestran medidas máximas para cada carácter, es por esto que los datos obtenidos concuerdan con las descripciones realizadas por los autores (Tabla XX). Los promedios la longitud hocico-cloaca, deja notar que las tres especies son diferentes en proporciones, *S. licki* es la especie más pequeña de este estudio, seguida de *S. hunsakeri* que es una especie intermedia y *S. orcutti* es la especie de mayor tamaño.

Las medidas merísticas tales como escamas dorsales, escamas ventrales, escamas infralabiales, escamas supralabiales y los poros femorales, descritas por Hall y Smith (1979), concuerdan con las obtenidas en este análisis (Tabla XX).

El carácter merístico de los poros femorales, mostraron una similitud con los datos obtenidos en estudio de Hall y Smith (1979). Por otra parte, mostraron discrepancia con los datos presentados por Grismer (2002) quien describió a la especie *S. licki*, con un intervalo de 24-36 poros femorales, mientras que en este estudio se tuvo un intervalo de 13-18 poros femorales. La especie *S. orcutti* es aquí descrita con un intervalo de 11-18 poros femorales, mientras que Grismer (2002) la reporta con un intervalo de 20-48 poros femorales.

Las especies *S. licki* y *S. hunsakeri*, presentaron mayor similitud entre ellas, en contraste con la especie *S. orcutti*, que es de mayor tamaño y dimensiones morfométricas. En este punto se contradice con lo encontrado en el estudio de Leaché (2010), donde el análisis molecular demuestra que se encuentran estrechamente relacionadas las especies de *S. orcutti* y *S. hunsakeri*, ubicando a *S. licki* como un ancestro común, por lo que genéticamente las especies *S. orcutti* y *S. hunsakeri*, están genealógicamente más emparentadas. Sin embargo, debido a que *S. licki* y *S. hunsakeri* son especies endémicas de la Región del Cabo, pudieron ser afectadas por las condiciones de la zona, donde el tipo de clima, vegetación y tipo de alimento, han hecho que estas especies sean morfológicamente similares, diferenciándose de *S. orcutti*

El análisis de funciones discriminantes realizado para conocer las diferencias entre las hembras y machos de cada especie (*S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*), muestra caracteres diagnósticos para distinguir entre las hembras de cada especie y machos de cada especie. Los caracteres que tienen mayor grado de discriminación para las hembras son: las escamas dorsales, los poros femorales izquierdos y el ancho de la escama rostral. Los caracteres discriminantes para los machos son: las escamas dorsales, el ancho de la escama rostral y el largo de la escama

rostral. Las hembras de cada especie tienen un 94.36 % de clasificación correcta, mientras que los machos tienen un 93.00% de clasificación correcta, lo que permite corroborar las diferencias entre cada especie.

No existe problema para diferenciar a las hembras y machos por especie, el problema se presenta cuando se quiere conocer el sexo de la misma especie, debido a que las proporciones del cuerpo son similares, sin embargo la identificación de sexos siguiendo el método reportado por Hall y Smith (1979), que consiste en la observación de las escamas de la zona cloacal, permitieron identificar de manera correcta a cada organismo.

El análisis de funciones discriminantes que se aplicó para los juveniles y adultos de cada especie, mostró que los caracteres discriminantes para juveniles son las escamas dorsales, la longitud del metacarpo y los poros femorales izquierdos, y en el caso de los adultos las escamas dorsales, el largo del metatarso y la longitud de la escama rostral, son caracteres de importancia diagnóstica. El porcentaje de clasificación correcta en juveniles fue de 97.95 %, y en adultos del 94.01%, lo que permite distinguir entre juveniles y adultos de cada especie.

Para identificar a los organismos adultos de los juveniles, se pueden utilizar los patrones de coloración, que permiten conocer cuando un organismo se encuentra en estado reproductivo, lo que en dado caso lo colocaría en una clasificación como organismo adulto, pero los patrones de coloración solo serían para clasificar a los machos de cada especie. Los intervalos de tamaño establecidos, en este documento, podrían ser de utilidad para asignarles una clasificación a las hembras que no presentan coloraciones.

Las distancias cuadráticas de Mahalanobis arrojan los mismos resultados que se muestran en los anteriores análisis, dejando notar que las especies *S. licki* y *S. hunsakeri* están directamente relacionadas y guardan una mayor distancia con la especie *S. orcutti*, sin perder parentesco.

La clave dicotómica realizada por Kohler y Heimes (2002), presentan un conjunto de características merísticas que permiten identificar a los organismos, en los que mencionan de manera general la cantidad y forma de las escamas, sin embargo no utilizan el número de

escamas ventrales o dorsales para identificar a las especies. Se encontró que el carácter diagnóstico para identificar a *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, fueron las escamas dorsales.

XI. CONCLUSIÓN

1. Los principales caracteres merísticos y morfométricos para distinguir a las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, de la península de Baja California son: las escamas dorsales, el ancho y largo de la escama rostral, y el ancho de la cabeza.
2. Los caracteres merísticos y morfométricos que permitieron diferenciar entre machos y hembras de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* fueron en el caso de las hembras: las escamas dorsales, los poros femorales izquierdos y el ancho de la escama rostral. Y para los machos: las escamas dorsales, el ancho de la escama rostral y el largo de la escama rostral.
3. Los caracteres merísticos y morfométricos que permiten discriminar a las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* por edades (juveniles y adultos), fueron para los juveniles: las escamas dorsales, la longitud del metacarpo y los poros femorales izquierdos, y en el caso de los adultos: las escamas dorsales, el longitud del metatarso y la longitud de la escama rostral
4. El principal carácter diagnóstico, que permite la identificación correcta entre especies, sexos y edades de las especies *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti* son las escamas dorsales.
5. Las características merísticas y morfométricas de *S. licki*, *S. hunsakeri* y *S. orcutti*, permiten observar una mayor relación entre *S. licki* y *S. hunsakeri*.

XII. LITERATURA CITADA

- ADAMS, D. C., F. J. ROHLF y D. E. Slice. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology* 71; 5-16.
- ÁLVAREZ CÁRDENAS, S., P. GALINA-T. Y A. GONZALEZ-R. 1998. Herpetofauna en la Sierra de La Laguna en Baja California Sur, Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California, A.C., La Paz, Baja California Sur, México.

- ARRIAGA, L., J. M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ y E. LOA, 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- ASPLUND, K. E. 1967. Ecology of Lizards in the relictual Cape flora, Baja California. *The American Midland Naturalist*. 77 (2): 462-475.
- BELL, E.L., H.M. SMITH Y D. CHISZAR. 2003. An annotated list of the species-group names applied to the lizard genus *Sceloporus*. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)* 90:103-174.
- CASE, T. J., 2002. Reptiles: ecology. En: CASE T. J., M. L. CODY & E. EZCURRA (Eds.). *A new island biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press. New York, USA.
- CODY, M. L., REBMAN, J., R. MORAN, Y H. J. THOMPSON. 2002. Plants. En: CASE T. J., M. L. CODY & E. EZCURRA (Eds.). *A new island biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press. New York, USA.
- DELGADILLO, J. 1998. Florística y ecología del norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.
- ELLIOTT, N.G., K. KASKARD, y J.A. KOSLOW. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology*, 46: 202-220.
- FERRARI, L. 1995 Miocene shearing along the northern boundary of the Jalisco block and the opening of the southern Gulf of California. *Geology*, 23, 751–754.
- FLORES, L., E. Z. 1998. Geosudcalifornia. Geografía, agua y ciclones. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- FLORES-VILLELA, O. y I. V. RUBIO-PÉREZ. 2008. Ficha técnica de *Sceloporus hunsakeri*. En: FLORES-VILLELA, O. (compilador). *Evaluación del riesgo de extinción de setenta y tres especies de lagartijas (Sauria) incluidas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de

Ciencias. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK008. México. D.F.

- FUENTES, M. A. 2004. Estudio biológico de *Mus domesticus* (Rutty, 1772) en una zona de polimorfismo Robertsoniano, Capítulo 4. Tesis de doctorado. Universidad de Barcelona.
- GRISMER, L. L. 2002. Amphibians and reptiles of Baja California including its Pacific Islands and the islands in the Sea of Cortes. Univ. California Press, Berkeley.
- GRISMER, L. L. 1994. The origin and evolution of the peninsular herpetofauna of Baja California, México. Herpetological Natural History.
- GONZÁLEZ-ABRAHAM, CH. E., P. P. GARCILLÁN, y E. EZCURRA. 2010. Ecorregiones de la península de Baja California: Una síntesis. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (87), 69-82.
- HALL, W. P. y R. K. SELANDER. 1973. Hybridization of karyotypically differentiated populations in the *Sceloporus grammicus* complex (Iguanidae). *Evolution*. 27:226-242.
- HALL, W. P., H. M. SMITH. 1979. Lizards of the *Sceloporus orcutti* complex of the Cape region of Baja California. *Breviora*.452: 1-25.
- HUBBS, C. L.1922. Variations in the number of vertebrae and other meristic characters of fishes correlated with the temperature of water during development. *American Naturalist* 56:360-372.
- KÖHLER, G. y P. HEIMES. 2002. Stachelleguane. Herpeton-Verlag.Germany.174pp.
- LEACHÉ, A. D. y J. W. SITES, Jr. 2009. Chromosome Evolution and Diversification in North American Spiny Lizards (Genus *Sceloporus*). *Cytogenet Genome Res* 127: 166-181.
- LEACHÉ, A. D. y D. G. MULCAHY. 2007. Phylogeny, divergence times and species limits of spiny lizards (*Sceloporus magister* species group) in western North American deserts and Baja California. *Molecular Ecology* 16: 5216–5233.

- LEE J, M. M. MILLER, R. CRIPPEN, B. HACKER, y J. L. VAZQUEZ. 1996. Middle Miocene extension in the Gulf Extensional Province, Baja California; evidence from the southern Sierra Juarez. *Geological Society of America Bulletin*, 108, 505–525.
- LEÓN DE LA LUZ, J. L. 1999. Listado florístico de México XVIII. Flora de la Región del Cabo de Baja California Sur. México, D.F., Instituto de Biología, UNAM. D. F. 29 p.
- LINDSALE, J. M. 1932 *Amphibians and reptiles from Lower California*. *Univ. of California, Pub. Zool.* 38:345-386.
- LINDSEY, C. C. 1958. Modification of meristic characters by light duration in kokanee (*Oncorhynchus nerka*). *Copeia* 1958: 134-136.
- LÓPEZ ACOSTA, D. 2011. Distribución, uso de hábitat y estado de conservación de las especies endémicas *Sceloporus licki* y *Sceloporus hunsakeri* en la Región del Cabo, B.C.S., La Paz B.C.S., Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- MARCUS, L. F. 1990. Traditional morphometrics. In: Rohlf, F. J., and F. L. Bookstein (Eds.) *Proceedings of the Michigan morphometrics workshop*. Pp. 77-122. Especial Publication Number 2. University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor.
- MITTIOECKER, P. y P. GUNZ. 2009. *Advances in Geometric Morphometrics*. *Evolutionary Biology* 36(2): 235- 247.
- MURPHY R. W. y G. AGUIRRE-LEON. 2002. The nonavian reptiles: origins and evolution. In: *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*, pp. 181–220. Oxford University Press, Oxford.
- MURPHY, R. y F. MENDEZ. 2010. The Herpetofauna of Baja California and its associated Islands: A conservation assessment and priorities. In: Wilson, L.D., J.H. Townsend and J.D. Johnson (Eds) *Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles*. Eagle Mountain Publishing.

- MUTANEN, M. y E. PRETORIUS. 2007. Subjective visual evaluation vs. traditional and geometric morphometrics in species delimitation: a comparison of moth genitalia. *Systematic Entomology* 32: 371- 386.
- RIDDLE B. R., D. J. HAFNER, L. F. ALEXANDER y J. R. JAEGER. 2000. Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California Peninsula Desert biota. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 97, 14438–14443.
- ROHLF, F. J. 1990. Fitting curves to outlines. *Proceedings of the Michigan morphometrics workshop*. Pp. 167-177.
- SITES J. R. J. W., J. W. ARCHIE, C. J. COLE, y O. F. VILLELA. 1992. A review of phylogenetic hypotheses for lizards of the genus *Sceloporus* (*Phrynosomatidae*): Implications for ecological and evolutionary studies. *Bulletin of the American Museum of Natural History* Num. 213. 1-110.
- SMITH, H. M. 1939. The Mexican and Central American lizards of the genus *Sceloporus*. *Zoological Series Field Museum of Natural History*, Pp. 23-27. Volume 26. July 27, 1939, Publication 445.
- STRAUSS, R. E. 1985. Evolutionary allometry and variation in body form in the South American catfish genus *Corydoras* (*Callichthyidae*). *Systematic Zoology* 34:381-396.
- STRAUSS, R. E. y C. E. BOND. 1990. Taxonomic Methods: Morphology. En: *Methods for Fish Biology* (Schreck, C. B. y P. B. Moyle, eds.). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- STEBBINS, R. C. 1985. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians*. Houghton Mifflin Company. Boston, USA.
- STEBBINS, R. C. 2003. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians*. Houghton Mifflin Company. Third edition. Boston, USA.
- STOCK, J. M., HODGES K.V. 1989. Pre-Pliocene extension around the Gulf of California and the transfer of Baja California to the Pacific Plate. *Tectonics*, 8, 99–115.
- TANING, A. V. 1952. Experimental study of meristic characters in fisher. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 27:169-193.

- VAN DENBURGH, J. 1895. A review of the herpetology of Lower California. Part I - Reptiles. Proc. Cal. Acad. Sci. (2) 5: 71-1.
- VAN DER MOLEN, S., N. MARTINEZ y R. GONZALEZ. 2007. Introducción a la morfometría geométrica: *Curso teórico-práctico*. Centro Nacional Patagónico, Universidad de Barcelona. 82pp.
- VALDEZ VILLAVICENCIO, J. H. 2013. Ecología térmica y uso de microhábitat de *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki* (Sauria: *Phrynosomatidae*) en la Región del Cabo Baja California Sur. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 72 pp.
- WEISEL, G. F. 1955. Variations in the number of fin rays of two cyprinid fishes correlated with natural water temperature. Ecology 36:1-6.
- WIENS, J. J. y T. W. REEDER. 1997. Phylogeny of the spiny lizards (*Sceloporus*) based on molecular and morphological evidence. Herpetological Monograph 11, 1–101.
- WIGGINS, I. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press, Stanford, C. A.
- WIMBERGER, P. H. 1992. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: *Cichlidae*). Biological Journal of the Linnean Society 45: 197-218.

ANEXO 1**Tabla XX.** Comparación de resultados obtenidos con respecto a los resultados obtenidos por Hall- Smith (1979).

	<i>S. licki</i>		<i>S. hunsakeri</i>		<i>S. orcutti</i>	
	Hall-Smith	Estudio actual	Hall-Smith	Estudio actual	Hall-Smith	Estudio actual
LHC	78 mm	62.48	87 mm	68.8mm	109 mm	77.60mm
Escamas dorsales		32	33-37	45	29-37	35

ANEXO FOTOGRÁFICO.



Figura 1. Vista ventral de *S. licki*, hembra (izquierda) y macho (derecha). Fotografía izquierda: Andrea Navarro. Fotografía derecha: Jorge Valdez



Figura 2. Vista ventral y dorsal de *Sceloporus hunsakeri* macho adulto. Fotografías: Andrea Navarro.



Figura 3. Vista ventral de lado *Sceloporus hunsakeri*, hembra (izquierda) y macho (derecha). Fotografías: Andrea Navarro.