



Análisis morfológico y morfométrico de *Tityus (Tityus) sorataensis* Kraepelin 1911

(Escorpionida: Buthidae) de dos valles mesotérmicos andinos, Quime y Cheje, La Paz-Bolivia

Morphological and morphometric analysis of *Tityus (Tityus) sorataensis* Kraepelin 1911

(Escorpionida: Buthidae) the two Andean mesothermic valleys, Quime and Cheje, La Paz-Bolivia

Humboldt-Paputsachis [Ciro](#) ^{ID}*, Fernandez Gil Patrick ^{ID}

Datos del Artículo

Instituto Nacional de Laboratorios de Salud "Néstor Morales Villazón" (INLASA).
Laboratorio de Producción de Antiveninas.
Rafael Zubieta N° 1889, Miraflores.
La Paz-Estado Plurinacional de Bolivia
Casilla M-10019.
Tel: +519 2 2226670.

***Dirección de contacto:**

Instituto Nacional de Laboratorios de Salud "Néstor Morales Villazón" (INLASA).
Laboratorio de Producción de Antiveninas.
Rafael Zubieta N° 1889, Miraflores.
La Paz-Estado Plurinacional de Bolivia
Tel: +519 70663636.

Ciro Humboldt-Paputsachis

E-mail address: cirohumboldt@gmail.com

Palabras clave:

Buthidae,
Tityus,
T. sorataensis,
morfotipos,
morfometría,
dientes pectínicos.

J. Selva Andina Res. Soc.
2021; 12(1):3-20.

ID del artículo: 148/JSARS/2020

Historial del artículo.

Recibido noviembre 2020.
Devuelto enero 2021.
Aceptado enero 2021.
Disponible en línea, febrero 2021.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Keywords:

Buthidae
Tityus,
T. sorataensis,
morphotypes,
morphometry,
pectin teeth.

Resumen

En el mundo se describieron unas 2000 especies de escorpiones divididas entre 22 familias. En Bolivia, los escorpiones de la familia Buthidae están representados por el género *Tityus*. El objetivo del presente trabajo fue realizar una caracterización morfológica-morfométrica de linajes intraespecíficos *Tityus (Tityus) sorataensis* Kraepelin 1911 de dos comunidades de La Paz-Bolivia. Se trabajó con 85 muestras de *Tityus (Tityus) sorataensis* de la colección científica del Laboratorio de Producción de Antiveninas de INLASA. Con estas, se realizó una descripción morfológica a nivel de especies y morfotipos, así como una descripción morfométrica tradicional con 34 variables. Las variables fueron analizadas con los programas Statistica 7 y JMP, en las cuales se realizó análisis de componentes principales (ACP) y análisis generalizados de discriminantes (AGD). Se encontró que *Tityus (Tityus) sorataensis* presenta seis morfotipos para Quime Q, Z, X, Y, G, R y tres para Cheje Y, G, R. Se encontró dimorfismo sexual en los morfotipos, X, G, R. Se observó que excluyendo las variables merísticas diagnósticas aún existía diferenciación a nivel morfométrico. Se identificaron diez variables morfométricas fenotípicas diagnósticas entre todos nuestros análisis: largo del prosoma, ancho mediano del prosoma, ancho posterior del prosoma, primer ojo lateral hasta ojos medianos, ancho del ocular mediano, longitud del segmento caudal II, ancho del segmento caudal II, longitud del segmento caudal III, longitud del telson y longitud del metasoma.

2021. Journal of the Selva Andina Research Society®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

Around 2000 species of scorpions divided into 22 families were described in the world. In Bolivia, the scorpions of the family Buthidae are represented by the genus *Tityus*. The objective of this work is to perform a morphological-morphometric characterization of intraspecific lineages *Tityus (Tityus) sorataensis* Kraepelin 1911 from two communities of La Paz-Bolivia. 85 samples of *Tityus (Tityus) sorataensis* from the scientific collection of the INLASA Antivenin Production Laboratory were used. With these, a morphological description was made at the level of species and morphotypes, as well as a traditional morphometric description with 34 variables. The variables were analyzed with the Statistica 7 and JMP programs, in which principal component analysis (PCA) and generalized discriminant analysis (AGD) were performed. It was found that *Tityus (Tityus) sorataensis* presents six morphotypes for Chime Q, Z, X, Y, G, R and three for Cheje Y, G, R. Sexual dimorphism was found in morphotypes, X, G, R. It was observed that excluding the diagnostic meristic variables, there was still differentiation at the morphometric level. Ten diagnostic phenotypic morphometric variables were identified among all our analyzes: prosome length, median prosome width, posterior prosome width, first lateral eye to median eyes, median eyepiece width, length of caudal segment II, width of caudal segment II, length of caudal segment III, telson length and length of the metasoma.

2021. Journal of the Selva Andina Research Society®. Bolivia. All rights reserved.



Introducción

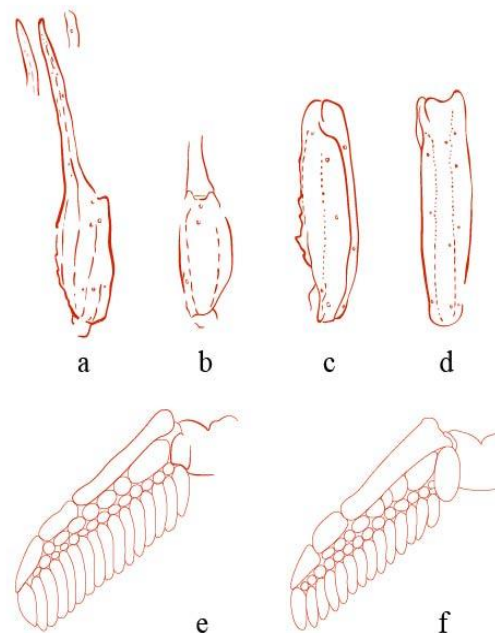
En el mundo se han descrito alrededor de 2000 especies de escorpiones divididas en 22 familias, de éstas Buthidae es la que tiene más especies y mayor distribución geográfica, estando ausente en Nueva Zelanda y los polos. La familia Buthidae contiene 972 especies descritas en 80 géneros¹⁻³, siendo la única familia con especies consideradas potencialmente peligrosas para el hombre, por los componentes activos de sus venenos⁴⁻⁶. Esta familia se caracteriza por presentar un esternón subtriangular, no presenta tricobotrias ventrales en las patelas de los pedipalpos^{1,7,8}.

Uno de los géneros de mayor importancia de Buthidae, es *Tityus* C.L. Koch, 1836, presenta 204 especies⁸, distribuyéndose en Centro y Sudamérica. El género *Tityus* fue bastante estudiado en Sudamérica, especialmente en Brasil, principalmente por González-Sponga⁹ y Lourenço^{7,8,10-12}. Este último autor definió cinco subgéneros: *Tityus (Archaeotityus)*, *Tityus (Atreus)*, *Tityus (Brazilotityus)*, *Tityus (Caribetityus)* y *Tityus (Tityus)*⁸. La identificación de especies de este género es compleja, dado que este grupo no presenta características morfológicas que sustenten satisfactoriamente la diferenciación entre especies^{2,13}. Las características más representativas del género *Tityus* son la pigmentación o patrones de coloración, presencia/ausencia y disposición de tricobotrias, tipo de granulación, peines, dentición marginal en los dedos de los pedipalpos y la morfología de los segmentos^{2,7,8}.

La especie *Tityus (Tityus) sorataensis* fue descrita para Bolivia (Sorata) por Kraepelin¹⁴ y está morfológicamente muy emparentada con *T. argentinus*, pero se distingue de ésta por la pigmentación, dado que *T. sorataensis* presenta tres bandas longitudinales a lo largo del mesosoma ligeramente más oscuras que el resto del mesosoma. *Tityus (Tityus) sora*

taensis presenta de 13-20 dientes pectínicos, en los dedos de los pedipalpos, series diagonales de granulos en filas de 13-15 y un tamaño promedio de 48 mm. También presenta la siguiente distribución de tricobotrias figura 1 (a-d), y existe un dimorfismo sexual en la forma del peine entre machos y hembras figura 1 (e-f).

Figura 1 Disposición de tricobotrias y peines: *Tityus (Tityus) sorataensis*



a) pedipalpo vista lateral externa, b) pedipalpo vista ventral, c) vista dorsal patela, d) patela vista lateral externa, e) peine macho, f) peine hembra

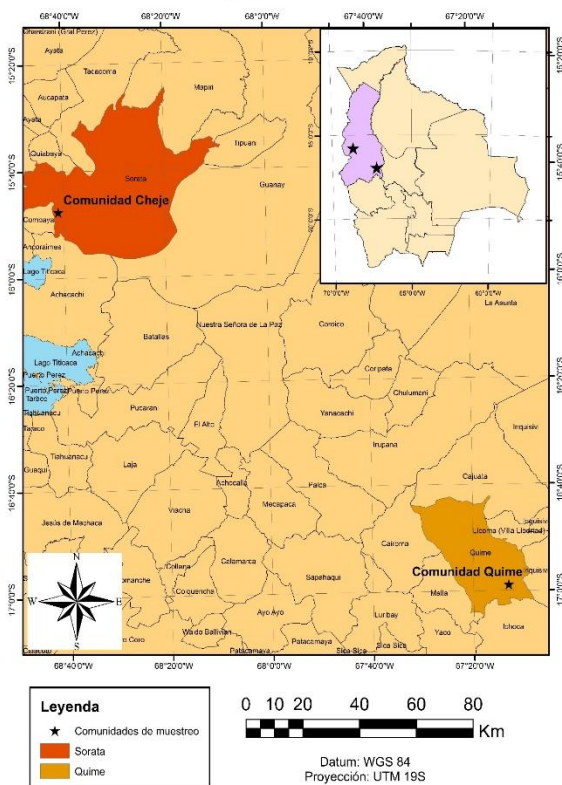
Tityus es un género de escorpiones de importancia medica en la región y presente en Bolivia. A pesar de ello, el país no presenta información sobre el tema siendo los autores más representativos Kraepelin, Lourenço y Acosta & Ochoa. De ahí el presente trabajo caracterizo la variación intraespecífica de *Tityus (Tityus) sorataensis* y planea sentar las bases para futuros trabajos taxonómicos del género en Bolivia.

Materiales y métodos

Área de estudio. Se analizaron ejemplares de 2 comunidades de valles mesotérmicos de Bolivia figura 2. La comunidad de Quime, municipio de Quime, provincia Inquisivi, se encuentra al sur del departamento de La Paz, a una distancia de 233 km, carretera a Oruro ($16^{\circ}59'10''$ S y $67^{\circ}14'12''$ W), a una altitud de 3280 msnm. Presenta temperaturas promedio entre los $18-24^{\circ}\text{C}$, una precipitación de 2000 mm. La comunidad de Cheje se encuentra en el municipio de Sorata, provincia Larecaja, a 2820 msnm ($15^{\circ}46'60''$ S y $68^{\circ}42'0''$ W), con temperaturas promedio entre $8-18^{\circ}\text{C}$, una precipitación promedio de 500-1000 mm¹⁵.

Figura 2 Ubicación geográfica de las comunidades de Quime y Cheje

Comunidades Cheje y Quime, La Paz-Bolivia



Abreviaturas. INLASA: Instituto Nacional de Laboratorios de Salud, ILS: código INLASA del material utilizado proveniente del Laboratorio de Producción de Antiveninas, MNHN: Musée National d'Histoire Naturelle Paris-Francia, ZMH: Zoologisches Museum, Hambourg-Alemania.

Obtención y selección de especímenes. Se utilizaron especímenes de la colección del Laboratorio de Producción de Antiveninas de ILS: 70 especímenes de la comunidad de Quime (Enero 2014), y 15 especímenes de la comunidad de Cheje (Diciembre 2009) preservados en alcohol al 70%, se estudiaron solamente individuos adultos, se midió a todos los individuos separando además machos y hembras.

Caracterización morfológica. Los especímenes se identificaron a nivel de especie, con las claves dicotómicas de escorpiones de varios países sudamericanos, como Perú¹⁶, Venezuela⁹, Argentina¹⁷, Uruguay¹⁸ y Brasil^{2,7}.

Caracterización morfométrica. La morfometría es el estudio cuantitativo de la variación en las dimensiones y formas, así como sus covarianzas con otras variables, así, se hizo un análisis morfométrico tradicional en base a las medidas de González-Sponga⁹ con algoritmos multivariados usando los programas Statistica 7 y JMP¹⁹.

Para cada individuo se realizó la medición de cada variable tres veces y se tomó el promedio para obtener una precisión aceptable. Las mediciones se realizaron con un vernier electrónico de 0.01 mm de precisión marca trupper. Los escorpiones se colocaron cuidadosamente en la platina del estereoscopio Ken-A Vision, se los sujetó con pinzas firmemente y se midió con el vernier mientras se observaba desde el estereoscopio para obtener la máxima exactitud. Se midieron todas las estructuras del lado derecho para estandarizar la medición. Todos los datos fueron transformados a logaritmo para los

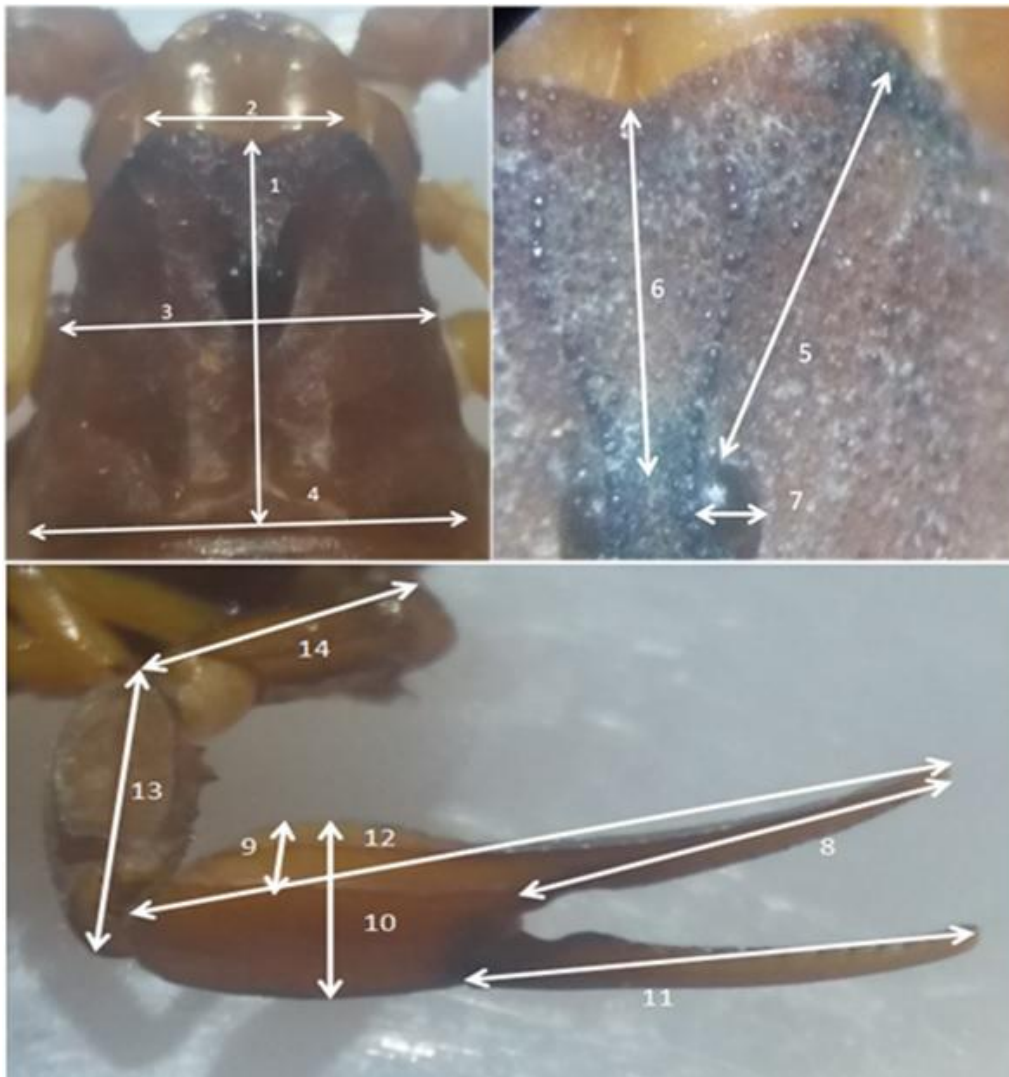
análisis. En las diagnósis se pondrá el promedio entre paréntesis.

Para los análisis se tomó en cuenta la pertenencia de los individuos a 3 grupos previamente definidos (morfortipos, sexo y comunidad). Se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) con la función de matriz de correlación para identificar que variables permiten diferenciar mejor los grupos, además de mostrar la mayor variación explicada. También se realizó un análisis discriminante general

(GAD) linear con común covarianza, para evaluar el porcentaje de exactitud al agrupar los especímenes²⁰. Para reducir el número de variables jerárquicamente (según la importancia en la discriminación) se utilizó la función step Back wise hasta obtener un número mínimo de variables que aún permitan diferenciar los grupos con un mínimo error²¹.

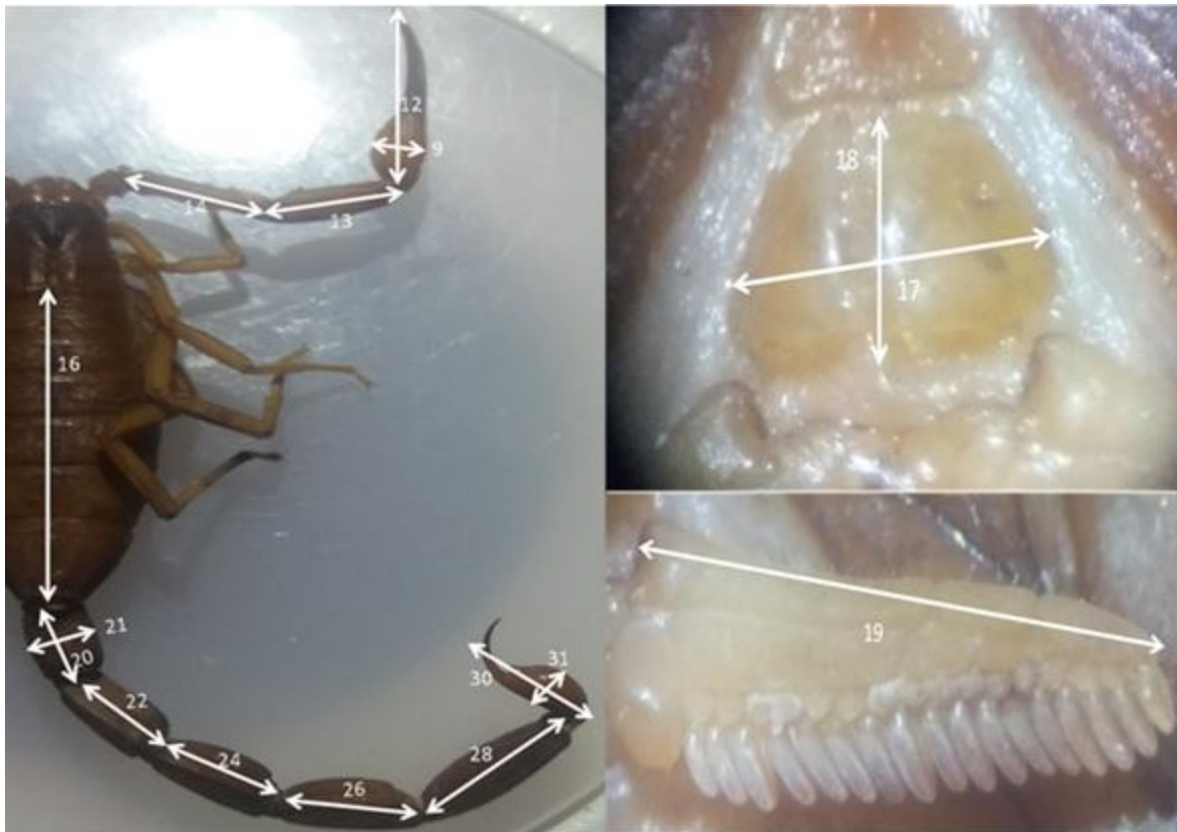
Se midieron 34 variables, 7 en el prosoma y 8 en el pedipalpo figura 3, 4 en el mesosoma, 15 en el metasoma y el largo total figura 4.

Figura 3 Variables medidas en el prosoma y pedipalpo *Tityus (Tityus) sorataensis*



Prosoma: 1 largo, 2 ancho anterior, 3 ancho medio, 4 ancho posterior, 5 primer ojo lateral hasta ojos medianos, 6 ojos medianos hasta margen anterior, 7 ancho del ocular medio, pedipalpo: 8 largo del dedo fijo, 9 ancho de la tibia 10 alto de la tibia, 11 largo del dedo móvil, 12 largo de la tibia, 13 largo de la patela, 14 largo del fémur, y 15 (no dibujado) largo del pedipalpo que se define como la suma de 12, 13 y 14.

Figura 4 Variables medidas en el mesosoma *Tityus (Tityus) sorataensis*



Mesosoma: 16 largo, 17 ancho del opérculo genital, 18 largo del opérculo genital, 19 largo del peine; y en el metasoma: 20 largo y 21 ancho del segmento caudal I, 22 largo y 23 ancho del segmento caudal II, 24 largo del segmento caudal III, 26 largo del segmento caudal IV, 28 largo del segmento caudal V, 30 largo del telson, 31 alto de la vesícula, 33 largo del metasoma (no dibujado) definido como la suma de 20, 22, 24, 26, 28, 30. La variable 34 longitud total (no dibujado) se define como la suma de 1, 16 y 33. Las variables 23, 25, 27, 29 y 32 referidas a los anchos de los segmentos metasomales II, III, IV, V y el ancho de la vesícula respectivamente se midieron de la misma forma que la variable 21.

Resultados

Se encontró que *Tityus (Tityus) sorataensis* presenta seis morfotipos que se pueden caracterizar y separar morfológicamente en base a 36 variables: dos variables morfológicas cuantitativas discretas (el número de dientes pectínicos y el número de filas oblicuas de granulitos en los dedos del pedipalpo), y 34 variables morfométricas continuas. En la comunidad de Cheje se encontraron tres morfotipos R, G, Y, mientras la comunidad de Quime posee los seis morfotipos R, G, Y, X, Q y Z.

Las dos variables cuantitativas discretas fueron variables diagnósticas para separar los seis morfotipos

y se hicieron análisis morfométricos excluyéndolas para verificar la identidad evolutiva de los morfotipos encontrados.

Morfotipos compartido de Tityus (Tityus) sorataensis para Cheje y Quime. La descripción de la pigmentación podría estar sesgada por el tiempo extenso de conservación de las muestras.

1. *Tityus (Tityus) sorataensis* morfo Y. *Material examinado.* nueve ejemplares hembras, individuos ILS-38, ILS-51, ILS-52, ILS-60, ILS-63, ILS-102, ILS-77, ILS-80, ILS-83 provenientes de la comunidad de Quime, dos ejemplares hembras, individuos ILS-14, ILS-21 provenientes de la comunidad de Cheje.

Diagnosis. Escorpiones de 42-54 mm (46.7) de largo total, el largo del prosoma representa entre el 9-11 % de su largo total, el ancho anterior del prosoma representa entre 49-55 % del largo del prosoma, el ancho posterior del prosoma puede representar entre el 96 % del largo del prosoma hasta ser 6% más largo que el largo del prosoma, la distancia existente entre ojos laterales y medios es de 28-34 % en relación al largo del prosoma, los ojos medianos hasta el margen anterior del prosoma representa un 28-31 % en relación al largo del prosoma y sus ojos representan un 8-10 % del ancho anterior del prosoma.

El largo del pedipalpo representa entre 40-43 % del largo total, el dedo fijo del pedipalpo representa un 23-24 % de su largo total, el dedo móvil un 26-28 %, el ancho de la quela es de 9-10 %, su alto es de 9-11 %, el largo de la tibia es de 45-47 %, la patela con 30 % y el fémur con 23-25 %. El mesosoma representa un 26-32 % del largo total, el ancho del opérculo genital en relación al ancho del cuerpo representa un 26-31 %, el largo del opérculo genital representa el 2 % del largo total, y el largo del peine representa un 6-7 % del largo del cuerpo.

La longitud del metasoma representa un 59-64 % del largo total, dentro de este los segmentos metasomales tienen las siguientes proporciones 12 %, 14-15 %, 15-17 %, 18-19 %, 21-22 %, el telson 17-19 %. El ancho de los segmentos metasomales representa un 48-53% del ancho total, el ancho de la vesícula representa un 63-75 % del ancho del segmento metasomal 1, y el alto de esta representa un 28-30 % del largo del telson.

Este morfotipo presenta márgenes dentados de los dedos del pedipalpo formados por 15 hileras oblicuas de granulitos, telson con acúleo muy curvado, diente subaculear de base ancha y punta redondeada, peines con 15 hileras de dientes pectínicos, prosoma y mesosomas moderadamente granulados, 2

espinas pedal pequeñas presentes en todas las patas y presenta una granulación metasomal de 10-8-8-8-5.

En cuanto a su coloración, presenta patas color mostaza ligeramente oscuro, pedipalpos del mismo color que las patas, dedos ligeramente más oscuros, prosoma y mesosoma de color café, segmentos metasomales del I-III de color café claro y haciéndose más oscuro hasta el segmento IV, segmento V de color café oscuro casi un negro rojizo, telson y acúleo del mismo color que el segmento V pero ligeramente rojizos.

2. *Tityus (Tityus) sorataensis* morfo G. *Material examinado.* 20 ejemplares, 17 hembras individuos ILS-39, ILS-45, ILS-62, ILS-67, ILS-68, ILS-69, ILS-79, ILS-85, ILS-98, ILS-100, ILS-108, ILS-109, ILS-110, ILS-112, ILS-114, ILS-118, ILS-66, 3 machos individuos ILS-87, ILS-89, ILS-93 provenientes de la comunidad de Quime, 4 ejemplares hembras ILS-11, ILS-24, ILS-13, ILS-17, 1 macho individuo ILS-16 proveniente de la comunidad de Cheje.

Diagnosis. Escorpiones de 42-50 mm (46) en hembras y 36-59 mm (43) en machos, el largo del prosoma representa entre el 10-11 % en hembras y 9-11 % en machos de su largo total, el ancho anterior del prosoma representa entre 50-56 % en hembras y 41-51 % en machos del largo del prosoma, el ancho posterior del prosoma puede representar entre el 100 % en hembras y el 90 % en machos del largo del prosoma hasta ser 4 % más largo que el largo del prosoma en hembras, la distancia existente entre ojos laterales y medios es de 28-32 % en hembras y 26-32 % en machos en relación al largo del prosoma, los ojos medianos hasta el margen anterior del prosoma representa un 27-30 % en hembras y 22-27 % en machos en relación al largo del prosoma, sus ojos representan un 7-10 % en hembras y 9-13 % en machos del ancho anterior del prosoma.

El largo del pedipalpo representa entre 39-45 % en hembras y 38-42 % en machos del largo total, dentro de este el dedo fijo representa un 22-26 % en hembras y 24-25 % en machos de su largo total, el dedo móvil un 25-28 % en hembras y 26-27 % en machos, el ancho de la quela es de 9-10 % en ambos casos, su alto es de 10-11 % en ambos casos, el largo de la tibia es de 44-47 % en hembras y 45-46 % en machos, la patela con 28-31 % en hembras y de 29-32 % en machos, el fémur con 24-30 % en hembras y 23-24 % en machos. El mesosoma representa un 25-32 % en hembras y 23-32 % en machos del largo total, el ancho del opérculo genital en relación al ancho del cuerpo representa un 26-32 % en hembras y 21-30 % en machos, el largo del opérculo genital representa el 2 % en hembras y 1 % en machos del largo total, y el largo del peine representa un 7 % en hembras y de 6-8 % en machos del largo del cuerpo para ambos casos.

La longitud del metasoma representa un 58-63 % en hembras y 60-66 % en machos del largo total, dentro de este los segmentos metasomales tienen las siguientes proporciones hembras 11-13 %, 13-14 %, 15-17 %, 17-19 %, 21-22 % y el telson 17-19 %, machos 11-12 %, 14 %, 16-17 %, 18-20 %, 21-23 % y el telson 17-18 %. El ancho de los segmentos metasomales representa un 46-55 % en hembras y 48-57 % en machos del ancho total, el ancho de la vesícula representa un 67-78 % en hembras y 63-69 % en machos del ancho del segmento metasomal 1, y el alto de esta representa un 27-34 % en hembras y 26-30 % en machos del largo del telson.

Este morfotipo presenta márgenes dentados de los dedos del pedipalpo formados por 15 hileras oblicuas de granulitos, telson con acúleo muy curvado, diente subaculear de base ancha y punta ligeramente redondeada (conoide), peines con 16 hileras de dientes pectínicos, prosoma y mesosoma moderadamente granulados, 2 espinas pedal pequeñas pre-

sentes en todas las patas, presenta una granulación metasomal de 10-8-8-8-5.

En cuanto a su coloración, presenta patas color café medianamente oscuro, pedipalpos del mismo color que las patas, dedos ligeramente más oscuros o sin cambios de tono, prosoma y mesosoma de color café, segmentos metasomales del I-III de color café y haciéndose más oscuro hasta el segmento IV, segmento V de color café oscuro casi un negro rojizo, telson y acúleo del mismo color que el segmento V pero ligeramente anaranjado.

3. *Tityus (Tityus) sorataensis* morfo **R**. *Material examinado*. 33 ejemplares, 12 hembras individuos ILS-43, ILS-44, ILS-53, ILS-55, ILS-57, ILS-65, ILS-72, ILS-73, ILS-78, ILS-92, ILS-99, ILS-115, 21 machos individuos ILS-54, ILS-59, ILS-61, ILS-70, ILS-71, ILS-74, ILS-75, ILS-81, ILS-82, ILS-86, ILS-88, ILS-94, ILS-95, ILS-96, ILS-101, ILS-105, ILS-106, ILS-107, ILS-113, ILS-116, ILS-119 provenientes de la comunidad de Quime y ocho ejemplares hembras ILS-09, ILS-10, ILS-15, ILS-12, ILS-18, ILS-19, ILS-22, ILS-23 provenientes de la comunidad de Cheje.

Diagnosis. Escorpiones de 42-59 mm (49.5) en hembras y 39-51 mm (42.6) en machos, el largo del prosoma representa entre el 9-11 % en hembras y 10-11 % en machos de su largo total, el ancho anterior del prosoma representa entre 38-58 % en hembras y 37-51 % en machos del largo del prosoma, el ancho posterior del prosoma puede representar entre el 99 % en ambos casos hasta ser de 3-13 % más largo que el largo del prosoma en machos y hembras respectivamente, la distancia existente entre ojos laterales y medios es de 27-35 % en hembras y 27-30 % en machos en relación al largo del prosoma, los ojos medianos hasta el margen anterior del prosoma representa un 23-32 % en hembras y 25-32 % en machos en relación al largo del prosoma, sus

ojos representan un 9-13 % en hembras y 9-12 % en machos del ancho anterior del prosoma.

El largo del pedipalpo representa entre 37-44 % en hembras y 37-43 % en machos del largo total, dentro de este el dedo fijo representa un 22-26 % en hembras y 23-25 % en machos de su largo total, el dedo móvil un 26-30 % en hembras y 24-29 % en machos, el ancho de la quela es de 9-11 % en hembras y 8-10 % en machos, su alto es de 9-11 % en ambos casos, el largo de la tibia es de 44-47 % en ambos casos, la patela con 29-31 % en ambos casos, el fémur es 23-26 % en ambos casos. El mesosoma representa un 26-32 % en hembras y 24-30 % en machos del largo total, el ancho del opérculo genital en relación al ancho del cuerpo representa un 21-31 % en hembras y 20-28 % en machos, el largo del opérculo genital representa el 2 % en hembras y 1-2 % en machos del largo total, y el largo del peine representa un 6-8 % del largo del cuerpo para ambos casos.

La longitud del metasoma representa un 60-65 % en hembras y 64-67 % en machos del largo total, dentro de este los segmentos metasomales tienen las siguientes proporciones hembras 11-13 %, 14-15 %, 16-17 %, 18-20 %, 21-22 % y el telson 16-19 %, machos 12-13 %, 14-15 %, 15-17 %, 19-20 %, 22-24 % y el telson 15-18 %. El ancho de los segmentos metasomales representa un 42-53 % en hembras y 50-56 % en machos del ancho total, el ancho de la vesícula representa un 60-84 % en hembras y 57-76 % en machos del ancho del segmento metasomal 1, y el alto de esta representa un 28-35 % en hembras y 26-31 % en machos del largo del telson.

Este morfotipo presenta márgenes dentados de los dedos del pedipalpo formados por 15 hileras oblicuas de granulitos, telson con acúleo muy curvado, diente subaculear de base ancha y punta ligeramente redondeada ligeramente curvado en dirección al aculeo, peines con 17-19 hileras de dientes pectini-

cos, prosoma y mesosoma moderadamente granulados, 2 espinas pedal pequeñas presentes en todas las patas, presenta una granulación metasomal de 10-8-8-8-5. En cuanto a su coloración presenta patas color café medianamente oscuro, pedipalpos del mismo color que las patas, dedos ligeramente más claros o sin cambios de tono, prosoma y mesosoma de color café, segmentos metasomales del I-III de color café y haciéndose más oscuro hasta el segmento IV, segmento V de color café oscuro casi un negro rojizo, telson y acúleo del mismo color que el segmento V pero ligeramente rojizo.

Diagnosis de morfotipo únicos de Tityus (Tityus) sorataensis para Quime.

4. *Tityus (Tityus) sorataensis* morfo **Z**. *Material examinado.* Un ejemplar hembra ILS-49 sintipo, proveniente de la comunidad de Quime, La Paz-Bolivia.

Diagnosis. Escorpión de 43 mm de largo total, el largo de su prosoma representa el 11 % de su largo total, el ancho anterior del prosoma representa el 53 % del largo del prosoma, el ancho posterior del prosoma es 4 % más largo que el largo del prosoma, la distancia existente entre ojos laterales y medios es de 31 % en relación al largo del prosoma, los ojos medianos hasta margen anterior del prosoma representa un 31 % en relación al largo del prosoma, sus ojos representan un 10 % del ancho anterior del prosoma.

El largo del pedipalpo representa un 43 % del largo total, dentro de esta el dedo fijo representa un 23 % de su largo total, el dedo móvil un 26 %, el ancho de la quela es de 9 %, su alto es de 10 %, el largo de la tibia es de 45 %, la patela con 30 % y el fémur con 25 %. El mesosoma representa un 25 % del largo total, el ancho del opérculo genital en relación al ancho del cuerpo representa un 31 %, el largo del opérculo genital representa el 2 % del largo total, y

el largo del peine representa un 8 % del largo del cuerpo.

La longitud del metasoma representa un 64 % del largo total, dentro de este los segmentos metasomales tienen las siguientes proporciones 11 %, 13 %, 15 %, 19 %, 22 %, el telson 19 %. El ancho de los segmentos metasomales representa un 47 % del ancho total, el ancho de la vesícula representa un 77 % del ancho del segmento metasomal 1, y el alto de esta representa un 27 % del largo del telson.

Este morfotipo presenta márgenes dentados de los dedos del pedipalpo formados por 13 hileras oblicuas de granulitos, telson con acúleo curvado, diente subaculear agudo, peines con 17 hileras de dientes pectínicos, prosoma y mesosoma moderadamente granulados, 2 espinas pedal presentes en las patas, presenta una granulación metasomal de 10-8-8-8-5.

En relación a su coloración el escorpión presenta pedipalpos y patas en todos sus segmentos de color mostaza o café claro, ligeramente más oscuro en los dedos del pedipalpo, mesosoma de color café oscuro, prosoma ligeramente más claro que el mesosoma, metasona café oscuro hasta el segmento V que presenta un color negro, telson y acúleo de color más claro.

5. *Tityus (Tityus) sorataensis* morfo Q. *Material examinado*. Un ejemplar hembra ILS-97 sintipo, proveniente de la comunidad de Quime, La Paz-Bolivia.

Diagnosis. Escorpión de 45 mm de largo total, el largo de su prosoma representa el 9 % de su largo total, el ancho anterior del prosoma representa el 56 % del largo del prosoma, el ancho posterior del prosoma es 97 % del largo del prosoma, la distancia existente entre ojos laterales y medios es de 30 % en relación al largo del prosoma, los ojos medianos hasta margen anterior del prosoma representa un 29

% en relación al largo del prosoma, sus ojos representan un 10 % del ancho anterior del prosoma.

El largo del pedipalpo representa un 38 % del largo total, dentro de esta el dedo fijo representa un 24 % de su largo total, el dedo móvil un 26 %, el ancho de la quela es de 10 %, su alto es de 10 %, el largo de la tibia es de 46 %, la patela con 29 % y el fémur con 25 %. El mesosoma representa un 27 % del largo total, el ancho del opérculo genital en relación al ancho del cuerpo representa un 25 %, el largo del opérculo genital representa el 1 % del largo total, y el largo del peine representa un 7 % del largo del cuerpo.

La longitud del metasoma representa un 64 % del largo total, dentro de este los segmentos metasomales tienen las siguientes proporciones 12 %, 15 %, 17 %, 18 %, 22 %, el telson 17 %. El ancho de los segmentos metasomales representa un 51 % del ancho total, el ancho de la vesícula representa un 61 % del ancho del segmento metasomal 1, y el alto de esta representa un 25 % del largo del telson.

Este morfotipo presenta márgenes dentados de los dedos del pedipalpo formados por 16 hileras oblicuas de granulitos, telson con acúleo curvado, diente subaculear muy triangular, peines con 17 hileras de dientes pectínicos, prosoma y mesosoma moderadamente granulados, 2 espinas pedal presente en todas las patas, presenta una granulación metasomal de 10-8-8-8-5.

En relación a su coloración el escorpión presenta patas color mostaza, pedipalpo color mostaza, patela y dedos del pedipalpo de color café claro o una mostaza más oscura, prosoma y mesosoma de color café segmentos I-III del mismo color que el mesosoma, segmento IV más oscuro y segmento V de color negro, telson de color café oscuro acúleo ligeramente más claro.

6. *Tityus (Tityus) sorataensis* morfo X. *Material examinado*. Siete ejemplares sin tipo, cinco hem-

bras, individuos ILS-42, ILS-46, ILS-104, ILS-111, ILS-117, dos machos individuos ILS-84, ILS-103 provenientes de la comunidad de Quime.

Diagnosis. Escorpiones de 40-46 mm (43) en hembras y 41-43 mm (42) en machos, el largo del prosoma representa entre el 10-11 % en hembras y 10 % en machos de su largo total, el ancho anterior del prosoma representa entre 48-54 % en hembras y 48-50 % en machos del largo del prosoma, el ancho posterior del prosoma puede representar entre el 94 % en hembras y el 98 % en machos del largo del prosoma hasta ser 4 % más largo que el largo del prosoma en hembras y del mismo largo en machos, la distancia existente entre ojos laterales y medios es de 28-32 % en hembras y 32 % en machos en relación al largo del prosoma, los ojos medianos hasta el margen anterior del prosoma representa un 27-31 % en hembras y 30 % en machos en relación al largo del prosoma, sus ojos representan un 10-13 % en hembras y 10-11 % en machos del ancho anterior del prosoma.

El largo del pedipalpo representa entre 40-44 % en hembras y 41-43 % en machos del largo total, dentro de este el dedo fijo representa un 22-25 % en hembras y 22-24 % en machos de su largo total, el dedo móvil un 25-29 % en hembras y 23-28 % en machos, el ancho de la quela es de 9-10 % en ambos casos, su alto es de 10 % en ambos casos, el largo de la tibia es de 44-47 % en hembras y 46 % en machos, la patela con 29-30 % en hembras y de 31 % en machos, el fémur con 24-26 % en hembras y 24 % en machos. El mesosoma representa un 24-31 % en hembras y 22-27 % en machos del largo total, el ancho del opérculo genital en relación al ancho del cuerpo representa un 27-32 % en hembras y 25-26 % en machos, el largo del opérculo genital representa el 2 % en hembras y 1 % en machos del largo total, y el largo del peine representa un 7-8 % del largo del cuerpo para ambos casos.

La longitud del metasoma representa un 60-66 % en hembras y 64-68 % en machos del largo total, dentro de este los segmentos metasomales tienen las siguientes proporciones hembras 11-12 %, 14-15 %, 16-17 %, 18-19 %, 21-22 % y el telson 17-19 %, machos 11 %, 14 %, 16 %, 19 %, 22 % y el telson 17 %. El ancho de los segmentos metasomales representa un 43-53 % en hembras y 49-51 % en machos del ancho total, el ancho de la vesícula representa un 68-73 % en hembras y 70 % en machos del ancho del segmento metasomal 1, y el alto de esta representa un 29-30 % en hembras y 27 % en machos del largo del telson.

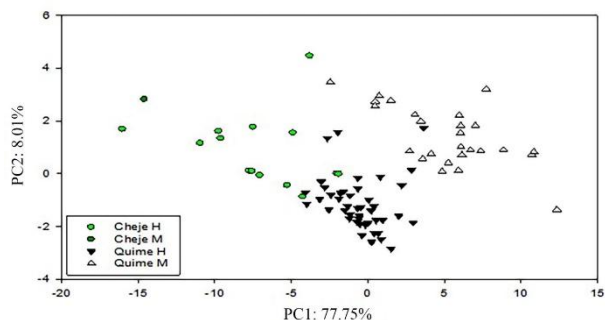
Este morfotipo presenta márgenes dentados de los dedos del pedipalpo formados por 14 hileras oblicuas de granulitos, telson con acúleo muy curvado, diente subaculear de base ancha y punta ligeramente redondeada (conoide), peines con 13-18 hileras de dientes pectínicos, prosoma y mesosoma moderadamente granulados, 2 espinas pedal pequeñas presentes en todas las patas, presenta una granulación metasomal de 10-8-8-8-5.

En cuanto a su coloración presenta patas color mostaza ligeramente oscuro, pedipalpos del mismo color que las patas, dedos ligeramente más oscuros o sin cambios de tono, prosoma y mesosoma de color café, segmentos metasomales del I-III de color café claro y haciéndose más oscuro hasta el segmento IV, segmento V de color café oscuro casi un negro rojizo, telson y acúleo del mismo color que el segmento V pero ligeramente rojizos.

Diferenciación morfológica y morfométrica entre los escorpiones de Cheje y Quime. Según el ACP con las 34 variables morfométricas continuas, existe una diferenciación morfométrica, tanto a nivel de comunidad como de sexo con una variación explicada de 85.77 % en los 2 primeros ejes. En relación al sexo se observa que la mayoría de las hembras de Quime están en un cuadrante distinto respecto a la

mayoría de las hembras de Cheje (figura 5). Por otro lado, los machos tanto de Quime como de Cheje se encuentran en un mismo cuadrante.

Figura 5 Diferenciación entre *Tityus (Tityus) sorataensis* de Cheje (círculos) y Quime (triángulos), H: hembra, M: machos



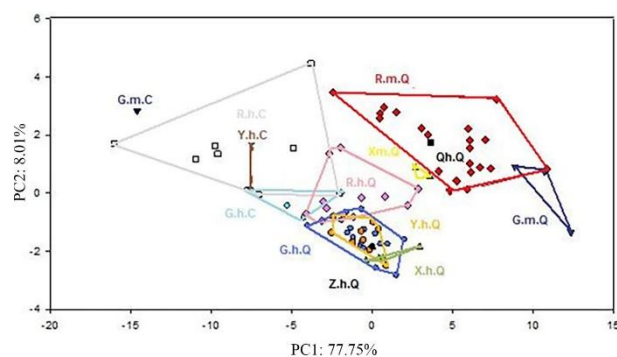
En relación a las variables, los machos poseen los segmentos metasomales y el largo del metasoma más cortos que las hembras, así como el largo y ancho del opérculo genital, y ello se verifica en el ACP pues en relación al PC1 se observa que los individuos están relativamente distribuidos por el tamaño, figura 5.

Cuando se eliminaron las variables morfológicas diagnósticas, se mantienen los seis linajes o morfotipos (X, Y, Z, Q, G, R) entre ambas comunidades, siendo tres morfotipos únicos de la comunidad de Quime X, Z y Q (figura 6). Además, Con la información obtenida del ACP se pudo determinar las principales variables para la diferenciación de morfotipos.

En relación a los morfotipos, se observa que en el morfotipo G, existe una gran diferencia entre los machos, siendo el macho de Cheje más grande globalmente, pero con un largo del metasoma y opérculo genital, tanto en ancho y largo más cortos que los de Quime. En relación a las hembras, globalmente las de Cheje son ligeramente más grandes, con opérculos genitales más anchos y largos, pero con metasomas ligeramente más cortos que las de Quime. En Cheje se observa que el macho es más gran-

de que las hembras mientras en Quime la relación es inversa siendo las hembras más grandes que los machos, figura 6.

Figura 6 Diferenciación de los seis morfotipos encontrados en las comunidades por sexo y comunidad



La primera letra simboliza el morfotipo, la segunda letra en minúscula representa el sexo y la última letra la comunidad por ejemplo R.m.Q significa morfotipo R macho de Quime

En el caso del morfotipo R se observa que las hembras de Cheje son globalmente más grandes que las de Quime, pero estas últimas tienen opérculos genitales más anchos, largos y metasomas más largos que las de Cheje. En relación al dimorfismo sexual se observó que las hembras son globalmente más grandes que los machos.

En el caso del morfotipo Y, este no poseía machos en ninguna de las comunidades, pero se observó que las hembras de Cheje son globalmente más grandes, pero tienen metasomas y opérculos genitales más pequeños que las de Quime.

En el caso de X se observa que en general es un morfotipo pequeño y restringido a Quime, siendo los machos más pequeños globalmente que las hembras, además estas tienen opérculos genitales y metasomas más grandes que los machos.

Finalmente se observó que el morfotipo Q es un morfotipo pequeño exclusivo de Quime mientras Z es un morfotipo mediano con metasoma largo y opérculo genital grande.

Al reducir el número de variables necesarias para la identificación de morfotipos con la función stepBa-

ckwise hasta 10 variables morfométricas, se obtuvo un 83.05 % de certeza en la categorización, las variables fueron: largo del prosoma, ancho mediano del prosoma, ancho posterior del prosoma, primer ojo lateral hasta ojos medianos, ancho del ocular mediano, longitud del segmento caudal II, ancho del segmento caudal II, longitud del segmento caudal III, longitud del telson y longitud del metasoma. Número de agrupamientos correctos e incorrectos según el GDA, con las variables morfométricas usando la función stepBackwise para las 10 variables de mayor poder predictivo, tabla 1.

Discusión

Durante la revisión bibliográfica se pudo constatar que desde la descripción original de la especie *T. sorataensis* por Kraepelin¹⁴, las subsecuentes revi-

siones por Lourenço & Maury²² y Acosta & Ochoa²³ del material proveniente de Bolivia (Sorata) se realizaron solo con los individuos utilizados en la descripción original del año 1911, siendo estos, dos hembras Sintipo (ZMH), un macho y una hembra Sintipo (MNHN). Además, después de la descripción del complejo *Bolivianus* por Kraepelin en 1875 y la identificación de *T. sorataensis* dentro de este material por el mismo autor en 1911, pasaron 74 años hasta la siguiente mención de la especie por Lourenço & Maury²², quienes revisaron las mismas cuatro muestras usadas por Kraepelin¹⁴ y adicionaron 11 hembras y tres machos en su análisis. Sin embargo, estos últimos 11 especímenes provenían de Puno, Perú, con los cuales se cataloga a todos los *Tityus* del complejo *Bolivianus* y se reporta solamente tres especies para Bolivia: *T. bolivianus*, *T. argentinus* y *T. sorataensis*.

Tabla 1 Número de agrupamientos correctos e incorrectos según el GDA, con las variables morfométricas usando la función stepBackwise para las 10 variables de mayor poder predictivo

Morfotipos	<i>T.(T)s.G</i>	<i>T.(T)s.Q</i>	<i>T.(T)s.R</i>	<i>T.(T)s.X</i>	<i>T.(T)s.Y</i>	<i>T.(T)s.Z</i>
<i>T.(T)s.G</i>	20	0	2	2	1	0
<i>T.(T)s.Q</i>	0	1	0	0	0	0
<i>T.(T)s.R</i>	1	0	39	0	1	0
<i>T.(T)s.X</i>	0	0	0	5	2	0
<i>T.(T)s.Y</i>	1	0	0	1	9	0
<i>T.(T)s.Z</i>	0	0	0	0	0	1

Después de 17 años desde el trabajo de Lourenço & Maury²², Acosta & Ochoa²³ hicieron un listado de las especies de Bolivia, en el cual hacen una revisión bibliográfica y usan las muestras ya depositadas en museos y realizan nuevas colectas (no realizaron nuevas colectas de *T. sorataensis*). En este trabajo se identificó a *T. bolivianus* (La Paz), *T. argentinus* (La Paz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija), *T. sorataensis* (La Paz y Cochabamba), *T. birabeni* (Cochabamba), *T. proseni*, *T. gasci*, *T. metuendus* y *T. confluens*. Estas tres últimas especies fueron inicialmente catalogadas solo por revi-

sión bibliográfica para Bolivia por Acosta & Ochoa²³. Sin embargo, Lourenço en 2002 refutó la presencia de estas especies en Bolivia⁷.

Posteriormente, en 2006 Lourenço agrupó a todas las especies de *Tityus* en cinco subgéneros, de los cuales *Tityus (Tityus)* reúne a todas las especies del complejo *Bolivianus*. Sin embargo, en esta categorización se reduce el rango del largo total de los especímenes del complejo *Bolivianus* de 30-70 mm en 1985 a 50-70 mm en 2006. Los especímenes revisados en el presente trabajo se encontraban en un rango de 40-60 mm.

En el presente trabajo, se encontraron dos variables morfológicas cuantitativas discretas bastante diagnósticas para la identificación de morfotipos de *Tityus (Tityus) sorataensis*: número de dientes pectínicos y número de hileras oblicuas de granulitos en los dedos del pedipalpo. Estas son variables diagnósticas a nivel de género y en algunos casos de especies^{7,18}, pero generalmente a nivel de especie, las variables más diagnósticas son la tricobotraxia (disposición de tricobotrias), la disposición de la granulación metasomal y el estado o tamaño de las estructuras de los peines.

Se detectó un patrón morfométrico cuantitativo pues, cuando se analizaron los datos excluyendo las dos variables diagnósticas, se pudo evidenciar que el patrón se mantenía (figura 5 y 6). Esto indica que además de la variación morfológica en los caracteres diagnósticos, existe una considerable variación morfométrica en todo el cuerpo, que también nos permite diferenciar a los morfotipos.

Los dientes pectínicos tienen cinco estados de carácter, acorde al número de dientes pectínicos que posean (15, 16, 17, 13-16, 17-19), según el morfotipo. Este carácter se usa principalmente para la identificación de especies. Se destaca que el rango para las especies del complejo *Bolivianus* es de 17-18 según Lourenço & Maury²² sin embargo, las muestras usadas en el presente trabajo tenían un rango de 13-19.

El número de hileras oblicuas de granulitos en los dedos del pedipalpo posee cuatro estados de carácter (13, 14, 15 y 16), haciendo referencia al número de hileras en los dedos del pedipalpo. Este carácter es usado para la diferenciación de géneros para *Tityus* y se usa un rango de 12-17 Lourenço⁷. El rango del complejo *Bolivianus* va desde 13-15 para los escorpiones provenientes de Bolivia Lourenço & Maury²², sin embargo, el rango obtenido para los especímenes de este trabajo es de 13-16, donde el

valor de 16 hileras corresponde únicamente al morfotipo Q. Sin embargo, este individuo fue único y hay la posibilidad que este sea anormal o teratológico.

Se pudo encontrar que ambas comunidades presentaban una sola especie de *Tityus (Tityus) sorataensis*, que presenta seis morfotipos en Quime y tres en Cheje, estos últimos compartidos por ambas comunidades. Las diagnósticas de los morfotipos encajan con los rangos propuestos por Kraepelin¹⁴ y Lourenço & Maury²². Lourenço²⁴ sugiriendo la posibilidad de que *T. sorataensis* sería una especie polimórfica, lo cual no sería un caso aislado en el mundo de los escorpiones.

El género *Tityus* presenta otras especies que tienden a ser polimórficas, como *T. bahiensis*^{7,25,26}, *T. costatus*²⁴, *T. silvestris*^{7,27}, y *T. gasci*⁷. Estos cuatro casos presentan un polimorfismo climático, *T. gasci* y *T. bahiensis*, pues presentan un aumento en la intensidad de la coloración acorde aumenta la temperatura^{7,27}. Para ese caso, se pudo observar como a través de un gradiente de temperatura, la pigmentación cambiaba, haciéndose brillante en las zonas calientes y opacas en las zonas frías. En cuanto a *T. costatus*, este presenta una variación en el diseño de la pigmentación acorde a la altitud y temperatura, siendo las formas claras encontradas a nivel del mar y las formas más oscuras en zonas más altas²⁴

Finalmente, en el caso de *T. silvestris*, esta especie no presenta una variación en cuanto a la pigmentación en su zona de distribución, sino variación morfométrica en los pedipalpos y los segmentos metasomales a lo largo de su distribución. En este caso particular los autores hablan de “ochlopecies”, este fenómeno es común en plantas cuando un género presenta más de 100 especies el género *Tityus* tiene al menos 200 especies para Sudamérica de acuerdo a Polis¹ y Lourenço^{7,8}. Durante los episodios paleoclimáticos, los bosques fueron reducidos a pequeños

parches y éstos produjeron poblaciones alopátricas, en el caso de familias oportunistas como Buthidae (*T. silvestris* y tal vez otros). Consecuentemente, las poblaciones que estuvieron aisladas, se unieron de nuevo y el aislamiento reproductivo temporal no produjo incompatibilidad genética. Así, solo unas pocas variaciones morfológicas evolucionaron cuando las poblaciones se unieron. Sin embargo, el autor sugiere que esta variación es acorde a los cambios climáticos del Pleistoceno y no una especiación actual⁷.

En el caso de *Tityus (Tityus) sorataensis*, se pudo observar que los individuos de Cheje eran más grandes que los de Quime. Sin embargo, la comunidad de Cheje, que es más cálida y húmeda se encuentra a menor altura que Quime. Estos últimos factores tal vez permitieron que en esta comunidad existan más morfotipos. Por otro lado, no se observó una gran diferencia en cuanto a pigmentación entre los morfotipos. Así, la especie *Tityus (Tityus) sorataensis*, tendría una tendencia parecida a la reportada por *T. silvestris* por la importancia de la altitud para validar los cambios de tamaños en las variables morfo-métricas, observándose morfotipos más grandes a menor altitud, como mayor número de morfotipos en ambientes más calurosos. Sin embargo, los morfotipos analizados presentan no solo cambios a niveles morfométricos sino también a niveles morfológicos bastante conspicuos, aunque siguen en el rango intraespecífico.

Además de la identificación morfométrica, se pudo observar que existe un gran dimorfismo sexual en los morfotipos encontrados, siendo las hembras, en la mayoría de los casos, más grandes que los machos. Este es un resultado esperado dado que en muchos artrópodos²⁸ y arácnidos como *Latrodectus Thorell 1870*²⁹, las hembras son más grandes que los machos. La diferencia de tamaño en varios artrópodos es debida principalmente a la tasa de crecimen-

to entre sexos y la diferencia en la duración del periodo larvario²⁸.

Las diferencias morfométricas a nivel de los ensambles de morfotipos entre las comunidades de Cheje y Quime, también pueden ser debido a la distancia geográfica entre las comunidades, dado que la distancia entre ambas es de aproximadamente 120 km, y existen diferencias en cuanto a altitud, temperatura y precipitación. Aunque no se pudo evidenciar un cambio en la intensidad de la pigmentación como el caso de *T. costatus*, pero si una diferenciación morfométrica como en el caso de *T. silvestris* sin embargo, en el caso de *T. sorataensis* no tenemos la suficiente información para atribuirle el título de ochloespecies, pues además, no tenemos información sobre los escorpiones que se encuentran entre ambas comunidades.

Otra posible explicación para la gran diversidad morfológica de *T. sorataensis* podría ser algún grado de micro evolución o especiación incipiente (proceso inicial de especiación por aislamiento, dependiente de la intensidad del aislamiento generando un continuo de especiación entre linajes)³⁰. Este tipo de especiación fue medida en diferentes grupos como bivalvos³¹, dípteros³² y serpientes³⁰. Se puede atribuir, de momento, una especiación alopátrica incipiente (los mecanismos del aislamiento varían en su intensidad, dando lugar a un continuo de especiación basado en el grado en que tales mecanismos promueven el aislamiento reproductivo entre linajes), porque ambas comunidades están separadas por una considerable distancia, por lo cual se podrían explicar la cantidad de morfotipos. Otro factor que no se pudo cuantificar, es la variabilidad de micro-hábitat presente en las zonas de estudio. Tal vez este es un factor determinante en relación a la cantidad de morfotipos presentes en cada comunidad, y si ese fuera el caso la comunidad de Quime, los morfotipos de esta comunidad serían más varia-

dos en relación al micro hábitat y a los recursos en relación a la comunidad de Cheje. Además, en cada comunidad se puede identificar que existe también una especiación simpátrica incipiente, por la cantidad de morfotipos presentes por comunidad.

Según Lourenço⁷ y Almeida², existen especies de *Tityus* que son principalmente monosexuales y que optan por la partenogénesis, con algunos periodos de bisexualidad para mantener la variabilidad genética como el caso de *T. serrulatus* y *T. stigmurus*. Entonces se podría proponer, que las poblaciones de *T. sorataensis* en Cheje están pasando por un proceso parecido al de estas especies, dado que sólo se presenta un macho en toda la colección. Sin embargo, no tenemos datos de proporción sexual de los morfotipos de la comunidad previos a los datos en el presente trabajo. Tanto *T. kuryi*, *T. serrulatus* y *T. stigmurus* son partenogénicos facultativos, sin embargo, recientemente en 2011 se registraron machos para estas especies, pues todas las muestras colectadas previamente a esta fecha eran solo hembras. A partir de esto se postuló que ambas especies eran partenogénicas facultativas y ya no estrictas³³.

Otro factor que pudo haber afectado a la delimitación de morfotipos y los resultados obtenidos, sería el esfuerzo de muestreo y la diferencia numérica entre las muestras de ambas comunidades. La cantidad de muestra de Cheje (15 individuos) era muy inferior a las muestras de Quime (71 individuos). Tal vez esta diferencia pudo sesgar la diferenciación sexual dado que la comunidad de Cheje solo poseía un macho en el morfotipo G, mientras que los morfotipos X, G, R de Quime presentaban machos. Sin embargo, también se encontró morfotipos sin presencia de machos en ambas comunidades como es el caso del morfotipo Y. Otra posibilidad que genera el presente trabajo es referida a los morfotipos Z y Q, dado que estos morfotipos fueron catalogados solamente con un espécimen, y podría haber la posibilidad

que estos sean individuos anormales o teratológicos.

Futuros estudios incluyendo el material analizado y nuevas colectas de las especies del complejo *Bolivianus* podrían ayudarnos a entender mejor si los límites establecidos para las especies dentro de este complejo deben ser readecuados frente al análisis de más ejemplares y los resultados obtenidos en el presente trabajo.

De esta manera se pudo concluir que la especie presente en las comunidades de Cheje y Quime es *Tityus (Tityus) sorataensis* Kraepelin¹⁴. Esta especie es polimórfica dado que se encontraron seis morfotipos para la comunidad de Quime (Q, Z, X, Y, G, R) y tres morfotipos para la comunidad de Cheje (Y, G, R). Los morfotipos son compartidos por ambas comunidades y difieren entre sí en varias medidas, sugiriendo algún tipo de especiación alopátrica y simpátrica incipiente. Si bien existe una diferencia morfométrica entre las poblaciones de las comunidades de Cheje y Quime, pero no es posible indicar la razón exacta de esta variabilidad. Por ello es necesario realizar un monitoreo de la población en diferentes épocas, ver las diferencias a nivel de micro-hábitat y evaluar si las poblaciones están en un estado monosexual o partenogenético. También sería bastante recomendable realizar un análisis genético que confirmara los resultados del presente trabajo respecto a la existencia o no, de algún grado de especiación a nivel genético.

Tres de los morfotipos (X, G, R) presentaban un dimorfismo sexual bastante marcado, incluyendo un tamaño ligeramente mayor en las hembras respecto a los machos, aunque los machos presentan pedipalpos ligeramente más grandes que las hembras. En caso de Q, Z, son morfotipos únicos de Quime, cada uno presenta un solo ejemplar por lo cual se sugiere más muestreos para confirmar si es un morfotipo o son individuos mutantes o teratológicos. En caso de

Y no se encontraron machos en ninguna de las dos comunidades por lo cual las poblaciones serían partenogénicas o faltaron más colectas en las zonas de estudio.

Las variables cuantitativas continuas más diagnósticas para la identificación de morfotipos de *Tityus* (*Tityus*) *sorataensis* son: el número de dientes pecinicos, el número de filas oblicuas de granulitos en los dedos del pedipalpo, largo del prosoma, ancho mediano del prosoma, ancho posterior del prosoma, primer ojo lateral hasta ojos medianos, ancho del ocular mediano, longitud del segmento caudal II, ancho del segmento caudal II, longitud del segmento caudal III, longitud del telson y longitud del metasoma.

Fuente de financiamiento

El presente trabajo fue autofinanciado por los autores.

Conflictos de intereses

Todas las muestras utilizadas en el presente trabajo pertenecen a la colección del Laboratorio de Producción de Antiveninas del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA).

Agradecimientos

A quien fue Directora General Ejecutiva de INLASA Lic. María Renée Castro por dejarme trabajar en su institución, al personal del Laboratorio de Producción de Antiveninas especialmente al Dr. Gil Fernandez y al Dr. Williams Velasco por darme acceso al material, apoyarme y tenerme paciencia y al Dr. Jaime Rodríguez de la Sociedad Boliviana de Entomología.

Consideraciones éticas

Se utilizó con el mayor de los cuidados cada muestra de la colección húmeda del Laboratorio de Producción de Antiveninas, manteniendo siempre la higiene como la integridad de las muestras. No se realizaron colectas para este estudio.

Aporte de los autores en el artículo

Ciro Humboldt Paputsachis realizó todos los estudios pertinentes para la realización del presente trabajo, con el fin de aumentar el conocimiento de los escorpiones bolivianos. Gil Patrick Fernandez, revisó el artículo final y apoyó en la redacción.

Literatura citada

1. Polis GA. Ecology. In: Polis GA, editor. The Biology of Scorpions. Stanford: Stanford University Press;1990. p. 585-60.
2. Almeida RB. Atlas of the species of *Tityus* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones, Buthidae) in Brazil [tesis maestría]. [São Paulo]: Universidade de São Paulo;2010 [citado 26 de mayo de 2020]. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.41.2010.tde-09122010-110103>
3. Lourenço W, Leguin E. Une nouvelle espèce de *Tityus* de Bolivie, appartenant au sous-genre *Tityus* et au groupe d'espèces «*Tityus bolivianus*» (scorpiones, Buthidae). Bol SEA 2011;49:103-7.
4. Flores E. Escorpiones de la Familia Buthidae (Chelicerata: Scorpiones) de Colombia. Biota Colombiana 2001;2(1):25-30.
5. Mullen G, Stockwell S. Scorpions. Medical and Veterinary Entomology. New York: Academic Press;2002. p. 411-23.

6. Álvarez Parma J, Palladino CM. Envenenamiento por escorpión en la Argentina. Arch Argent Pediatr 2010;108(2):161-7.
7. Lourenço WR. Scorpions of Brazil. Musée National d'Histoire Naturelle. Paris : Les Editions de Ilt;2002. p. 3-15, 50-112, 242-6.
8. Lourenço WR. Une nouvelle proposition de découpage sous-générique du genre "Tityus" C.L. Koch, 1836 (Scorpiones, Buthidae). Bol SEA 2006;39: 55-67.
9. González Sponga MA. Arácnidos de Venezuela. Redescrición de *Tityus discrepans* (Karsch, 1879) (Scorpionida: Buthidae). Mem Fund La Salle Cien Nat 2004;64(161-162): 91-100.
10. Lourenço WR. Description of a new species of *Tityus* (Scorpiones, Buthidae) from the Parque Estadual de Vila Velha in the State of Paraná (Brazil). Acta Biol Par Curitiba 2005; 34 (1-4):15-26. DOI: <https://doi.org/10.5380/abpr.v34i0.952>
11. Lourenço WR. What do we know about some of the most conspicuous scorpion species of the genus *Tityus*? A historical approach. J Venom Anim Toxinas incl Trop Dis 2015;21: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40409-015-0016-9>
12. Lourenço WR. Scorpion diversity and distribution: past and present patterns. In: Gopalakrishnakone P, Possani L, Schwartz E, Rodríguez de la Vega R, editors. Venoms. Toxinology. Dordrecht: Springer Netherland; 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-6404-0_15
13. Bechara W, Liria J. Morfometría geométrica en cinco especies de Buthidae y Scorpionidae (Arachnida: Scorpiones) de Venezuela. Rev Mex Biodiv 2012;83(2):421-31. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2.954>
14. Kraepelin K. Neue Beitrage zur Systematik der Gliederspinnen. Mitt. Naturh Mus Hamburg 1911;28: 59-107.
15. Ibisch PL, Mérida G, editores. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación [Internet]. Santa Cruz de la Sierra: Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente; 2003 [citado 22-de octubre de 2020]. 70-2, 81-2 p. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/profile/Pierre_Ibisch/publication/328028130_Biodiversidad_riqueza_de_Bolivia/links/5bb3886b92851ca9ed340fb8/Biodiversidad-riqueza-de-Bolivia.pdf
16. Francke OF. Escorpiones y escorpionismo en el Perú. -VI. Lista de especies y claves para identificar las familias y los géneros. Rev Perú Entomol 1977;20(1):73-6.
17. Avigliano E. Escorpiones de Argentina. 1ra ed. Vázquez Mazzini, editores. Zagier & Urruty Pubns (Bs As);2010. p. 1-64.
18. Toscano Gadea CA. Clave para la identificación de las especies de escorpiones de Uruguay. INO-TEC 2012;(7):82-9.
19. Statistics, Predictive Modeling and Data Mining with JMP [Internet]. Statistical Discovery™ From SAS. [citado 5 de octubre de 2020]. Recuperado a partir de: https://www.jmp.com/en_us/applications/statistics-predictive-modeling-data-mining.html
20. Olivero P, Mattoni CI, Peretti VA. Morphometry and geographical variation of *Bothriurus bonariensis* (Scorpiones: Bothriuridae). J Arachnol 2012;40(1):113-22. DOI: <https://doi.org/10.1636/B11-21.1>
21. Klingenberg CP. Multivariate Allometry. In: Marcus LF, Corti M, Loy A, Naylor GJP, Slice DE, editors. Advances in Morphometrics. NATO ASI Series (Series A: Life Sciences), vol 284.

- Boston: Springer; 1996. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9083-2_3
22. Lourenço WR, Maury EA. Contribution a la connaissance y systematique des scorpions appartenant au «complexe» *Tityus bolivianus* Kraepelin, 1895 (Scorpiones, Buthidae). Rev Arachnol 1985;6(3):107-26.
23. Acosta LE, Ochoa JA. Lista de los escorpiones bolivianos (Chelicerata: Scorpiones), con notas sobre su distribución. Rev Soc Entomol Argent 2002;61(3-4):15-23.
24. Lourenço WR, Eickstedt VR. Considerações sobre a sistemática de *Tityus costatus* (Karsch, 1879), provável espécie polimórfica de escorpião da floresta Atlântica do Brasil (Scorpiones, Buthidae). Iheringia Sér Zool 1988;68:3-11.
25. Lourenço WR. La véritable identité de *Tityus bahiensis* (Perty, 1834). Description de *Tityus eickstedtae* n. sp. (Scorpiones, Buthidae). Rev Arachnol 1982;4(1-4):93-105.
26. Lourenço WR. Biogeographic patterns of tropical South American scorpions. Stud Neotrop Fauna Environ 1994;29(4):219-31. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650529409360933>
27. Lourenço WR. Diversité biologique et modalités de la spéciation chez les scorpions amazoniens; *Tityus silvestris* Pocock, un cas particulier de polymorphisme. CR Biol 1988; 306(3):463-6.
28. Esperk T, Tammaru T, Nylin S, Teder T. Achieving high sexual size dimorphism in insects: females add instars. Ecol Entomol 2007;32(3):243-56. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00872.x>
29. Cloudsley Thompson JL. Spiders and scorpions (Araneae and Scorpiones). In: Lane RP, Crosskey RW, editors. Medical insects and arachnids. Dordrecht: Springer;1993. p. 723. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-011-1554-4_19
30. Schield DR, Card DC, Adams RH, Jezkova T, Reyes Velasco J, Proctor FN, et al. Incipient speciation with biased gene flow between two lineages of the Western Diamondback Rattlesnake (*Crotalus atrox*). Mol Phylogenet Evol 2015;83:213-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mpev.2014.12.006>
31. Soares A, Callahan RK, De Ruych AMC. Microevolution and phenotypic plasticity in *Donax serraröding* (Bivalvia: Donacidae) on high energy sandy beaches. J Molluscan Stud 1998;64(4):407-21. DOI: <https://doi.org/10.1093/mollus/64.4.407>
32. Louise C, Vidal PO, Suesdek L. 2015. Microevolution of *Aedes aegypti*. PLoS ONE 2015; 10(9):e0137851. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137851>
33. Sales dos Santos MD, Porto TJ, Lira-da-Silva RM, Brasil KT. Description of the male of *Tityus kuryi* Lourenço, 1997 and notes about males of *Tityus stigmurus* (Thorell, 1877) and *Tityus serulatus* Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones, Buthidae). Zookeys 2014;(435):49-61. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.435.6694>

Nota del Editor:

Journal of the Selva Andina Research Society (JSARS) se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales publicados en mapas y afiliaciones institucionales.