

ANÁLISIS MORFOHISTOLÓGICO DEL TEGUMENTO DE *Typhlonectes venezuelensis* (FURHMANN, 1912), (AMPHIBIA: GYMNOPHIONA, TYPHLONECTIIDAE).

Teresa Martínez Leones^{1,2}, Joaquín León¹, Ramón Acosta^(†), Antonio Colina^(†), Zulamita Medina³ y Alfredo Briceño²

¹Departamento de Biología, Escuela de Educación. Facultad de Humanidades y Educación, La Universidad del Zulia. E-mail: teramartinleones@yahoo.com

²Laboratorio de Taxidermia y Preparados Anatómicos “Ramón de Jesús Acosta”, Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades y Educación. La Universidad del Zulia.

³Laboratorio de Histología y Embriología, Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia.

RESUMEN

Se realizó un estudio morfohistológico de la piel de *Typhlonectes venezuelensis*, para lo cual se capturaron 22 ejemplares entre juveniles y adultos de las orillas del Lago de Maracaibo; 14 individuos se utilizaron para el análisis de tejido y 8 se mantuvieron en cautiverio. Se tomaron muestras de piel de la región dorsal y ventral, que fueron procesadas mediante técnicas histológicas de rutina para Microscopía de luz y Microscopía electrónica. Los resultados revelaron que el tegumento exhibe el mismo plan anatómico reportado para otros anfibios, difiriendo sólo en la disposición y abundancia de estructuras celulares. La región ventral registró un mayor espesor (máximo 957,5µm) en relación a la región dorsal (alrededor de 815,0µm). Se reporta en la epidermis la presencia de células “Flask”, hallazgo taxonómico importante. En la dermis se observaron dos tipos de glándulas exocrinas alveolares simples, las mucosas y las granulosas; siendo las primeras más abundantes en la región dorsal, ambas esenciales para la supervivencia de dicha especie. Se comprobó que la ecdisis de *T. venezuelensis* se produce aproximadamente cada 21 a 23 días, fenómeno fundamental en todos los anfibios. No se detectaron escamas dermales.

Palabras clave: piel; glándulas; histología; *Typhlonectes venezuelensis*.

MORPHOHISTOLOGICAL ANALYSIS OF THE INTEGUMENT OF *Typhlonectes venezuelensis* (FURHMANN, 1912), (AMPHIBIA: GYMNOPHIONA, TYPHLONECTIIDAE).

ABSTRACT

A morphohistological study of the skin of *Typhlonectes venezuelensis* was made, for which 22 specimens were captured among juveniles and adults from the shores of Lake Maracaibo; 14 individuals were used for tissue analysis and 8 were kept in captivity. Skin samples were taken from the dorsal and ventral region, which were processed by routine histological techniques for light microscopy and electron microscopy. The results revealed that the tegument exhibits the same anatomical plan reported for other amphibians, differing only in the disposition and abundance of cellular structures. The ventral region registered a greater thickness (maximum 957.5 μ m) in relation to the dorsal region (around 815.0 μ m). The presence of "Flask" cells, an important taxonomic finding, is reported in the epidermis. In the dermis, two types of simple alveolar exocrine glands, mucosal and granular, were observed; being the first most abundant in the dorsal region, both essential for the survival of this species. It was found that the ecdysis of *T. venezuelensis* occurs approximately every 21 to 23 days, a fundamental phenomenon in all amphibians. No dermal scales were detected.

Key Words: skin, glands, histology, *Typhlonectes venezuelensis*.

Recibido: 15 – 04 - 2018

Aceptado: 22 – 03 - 2019

Introducción.

La piel de los anfibios es permeable al agua y como tal interviene en la osmorregulación, es decir en el transporte de iones y absorción de agua (Duellman y Trueb 1986, Sullivan *et al.* 2000), percepción sensorial (Koyama *et al.* 2001), defensa química (Jekel *et al.* 2015), en la respiración y en menor grado en la termorregulación (Duellman y Trueb 1986). Una de las principales funciones de éste sistema es el establecimiento de una barrera entre el organismo y el medio ambiente, manteniendo así la homeostasis interna, reduciendo la fricción de rasguños y picaduras de predadores (Maruane y Rojas 2012); por lo tanto estudiar la piel en los anfibios resulta muy interesante porque son buenos indicadores de la calidad de hábitat de los sistemas acuáticos, siendo susceptibles a la contaminación y modificación del entorno; de allí que estos vertebrados sean muy importantes para la toma de decisiones en materia ambiental (Manzanilla y Péfaur 2000).

Existen considerables estudios histológicos de piel en la clase Amphibia, sobre todo referidos al Orden Anura y Urodela; sin embargo son escasos en el Orden Apoda; entre ellos pueden mencionarse a: Formas (1969), Fox (1983), Mills y Prum (1984), Rada y Finol (1986), Ramírez *et al.* (1989), Zyberberg y Wake (1990), Ávelo (1991),

Rada *et al.* (1995), Faszewki y Kaltenbach (1995), da Silva *et al.* (2017) y Andrade *et al.* (2018) quienes indican que el tegumento de anfibios conserva el mismo plan general de los vertebrados, con ciertas diferencias que caracterizan a los grandes grupos.

Desde la región externa a la interna, el tegumento de los anfibios presenta una epidermis constituida por un epitelio plano pluriestratificado que se renueva periódicamente mediante el proceso de ecdisis (Young 1985), esta capa se encuentra constituida por tres estratos: a) córneo formado por alfa queratina, carácter que aparece por primera vez en la escala evolutiva zoológica de los vertebrados (Hildebrand 1988), compuesta principalmente por queratinocitos muertos (Maruane y Rojas 2012); b) granuloso que contiene de 2 a 4 capas de células, y c) el germinativo que descansa sobre la lámina basal (Bank 1970); en algunas ranas como las del Género *Brachycephalus*, del Brasil presentan placas dérmicas en el dorso de este estrato (Young 1985; Ulrich y Storch, 1976).

La dermis formada por dos estratos: a) Esponjoso que posee una unidad de cromatóforos en línea discontinua, además de vasos sanguíneos, vasos linfáticos y venas, y b) Compacto formado por fibras colágenas. A lo largo de la dermis se encuentran algunos tipos de glándulas de forma redondeada o de matraz, las cuales se originan en la epidermis y cubren gran parte de la dermis, sus productos son vertidos al exterior a través de los conductos exocrinos. Las glándulas mucosas segregan mucopolisacáridos, que se encargan de mantener húmeda la piel y a la vez regular la temperatura del animal, y las glándulas granulosas secretan un líquido lechoso de sabor desagradable, las cuales en algunos casos son tóxicos para sus predadores (Moodie, 1978). Estas glándulas son responsables de la homeostasis de la piel y defensa contra los depredadores (debido a su contenido de alcaloides), contra bacterias (debido al contenido de péptidos antimicrobianos) (Delfino *et al.* 2010) y frente a los ectoparásitos (Daly *et al.* 2005).

El orden Apoda o Gymnophiona es un grupo monofilético (Wake, 1993) que en comparación con sus grupos hermanos (Wiley, 1981), presentan ciertos caracteres que lo señalan como el grupo más primitivo de la clase Amphibia moderna. Parker (1956), Taylor (1968), Vial (1973), Murphy *et al.* (1977), Case y Wake (1977), Fox (1983), Wake (1980), Zylberberg y Wake (1990), Allaby (1991), Masood y Nadkarni (1993), entre otros reportan las siguientes características: a.- Plesiomórficas o primitivas: carecen de miembros, presentan escamas en la piel (excepto las familias Scoleomorphidae y Typhlonectiidae), hilera de dientes uni o bicúspides en la mandíbula superior e inferior; riñón arquinéfrico, membranas branquiales y aparato hyobranquial (reconocibles sólo en estado larval durante el desarrollo ontogenético), y b.- Apomórficos: fecundación interna, anillos en el cuerpo, cráneo bien osificado, ojos sin párpados, cuerpo serpentínido y un surco tentacular. Estos cuatro últimos caracteres son considerados adaptaciones evolutivas especializadas para la excavación o minación a los cuales están acostumbrados.

De las seis familias que constituyen el Orden Gymnophiona, Typhlonectiidae es considerada un grupo monofilético (Wilkinson y Nusbbaum 2006); la misma se en-

cuentra confinada sólo a Sur América (Moodie, 1978), especialmente al Brasil, Colombia (Nor-oeste) y Venezuela; dentro de ella se encuentran *Typhlonectes venezuelensis* que habita en Venezuela (Roze y Solano 1963).

Esta especie presenta los siguientes caracteres taxonómicos (Taylor 1968; Roze y Solano 1969; Wake 1974; Taylor 1968; Cánepa *et al.* 2003): cabeza ligeramente más aplanada que el resto del cuerpo, ojos postero-laterales, redondeados, sin párpados; dos fosas nasales en el extremo rostral-superior e inmediatamente posterior a ellas; un surco sensorial muy pequeño denominado tentáculo, imperceptible a simple vista; boca subterminal y ventral; la cavidad oral muestra dorsalmente dos hileras de 42 dientes descalcificados y posteriormente un par de coanas ovaladas, una a cada lado; cuerpo alargado, comprimido dorsoventralmente, surcado por 87 a 92 anillos primarios; exhibe una corta aleta en el cuarto posterior del cuerpo; extremo caudal con mayor grosor que la región del cuello; la cloaca se encuentra en el extremo subterminal.

La hembra presenta un oviducto bicorne; los machos tienen en su cloaca un órgano copulador retráctil; los pulmones son sacos alargados, internamente compartimentalizados; neonatos con un par de branquias transparentes unidas en el dorso de la cabeza; el patrón de coloración de la piel es gris pizarra, uniforme en todo el cuerpo, excepto en la región cloacal, la cual carece de pigmentación; no presenta metamorfosis y es de habitats semiacuáticos.

Realmente son pocas las investigaciones que se han hecho sobre la histología de piel o tegumento de *Typhlonectes venezuelensis*, pero si se han realizados estudios de tejido en intestino (Martínez *et al.* 2003). Más sin embargo existen algunos trabajos en tegumento en otras especies del Orden *Gymnophiona* llevados a cabo por Fox (1983) y Breckenridge *et al.* (1987) en especies de *Ichthyophis* (*Ichthyophidae*); por Cooper y García (1968) en *Typhlonectes compressicaudus* a nivel de injertos de piel. En virtud de la escasa literatura y al desconocimiento a nivel nacional de su biología y ecología; el objetivo de esta investigación es caracterizarla morfología histológica de la piel en *T. venezuelensis* con el fin de generar un aporte más al conocimiento científico del área Herpetológica.

Materiales y métodos

El lugar de la colecta de los ejemplares de *T. venezuelensis* se realizó en el Lago de Maracaibo, en la región de Potrerito, Municipio la Cañada de Urdaneta, estado Zulia. Se colectaron un total de 22 ejemplares (adultos y juveniles), a mano libre en el mes de marzo de 1996 (permiso de pesca de MARNR (PROFAUNA) licencia N° 15-00208 de fecha 22-02-1996). A cada ejemplar se le midió la longitud total; 8 individuos se mantuvieron en cautiverio durante 8 meses para observar la muda de la piel y 14 de ellos se utilizaron para el estudio histológico los cuales fueron anestesiaron con Éter dietílico en cámara de aspiración durante media hora, se disectaron y se tomaron muestras de piel, de las zonas dorsal y ventral del cuerpo.

Las muestras de tejidos se seccionaron transversal y longitudinalmente, se fijaron

en Formalina neutra tamponada, Bouin y en solución de Karnowsky; unas se incluyeron en parafina y otras en resina. Para microscopía de luz se utilizó el Micrótopo rotatorio Reichert Jung, se realizaron cortes de aproximadamente de 4 a 8 micras de espesor en forma seriada, que fueron coloreados con Hematoxilina – Eosina, y para microscopía electrónica se procedieron a hacer cortes de 1 μm de espesor con un ultramicrotomo Sovall MT8 – B y se colorearon con Azul de Toluidina. Finalmente las láminas se describieron y fotografiaron mediante el fotomicroscopio Nikon Optifhot.

Resultados

Los individuos de *T. venezuelensis* presentan un tegumento de textura lisa, de aspecto grueso, brillante y de color gris oscuro (excepto en algunos ejemplares que exhiben despigmentación parcial en la región ventral), presentando en toda su superficie numerosos poros glandulares.

Región dorsal:

La Figura 2 exhibe la topografía histológica general del tegumento donde se observan las capas que la constituyen, la externa Epidermis y la interna dermis.

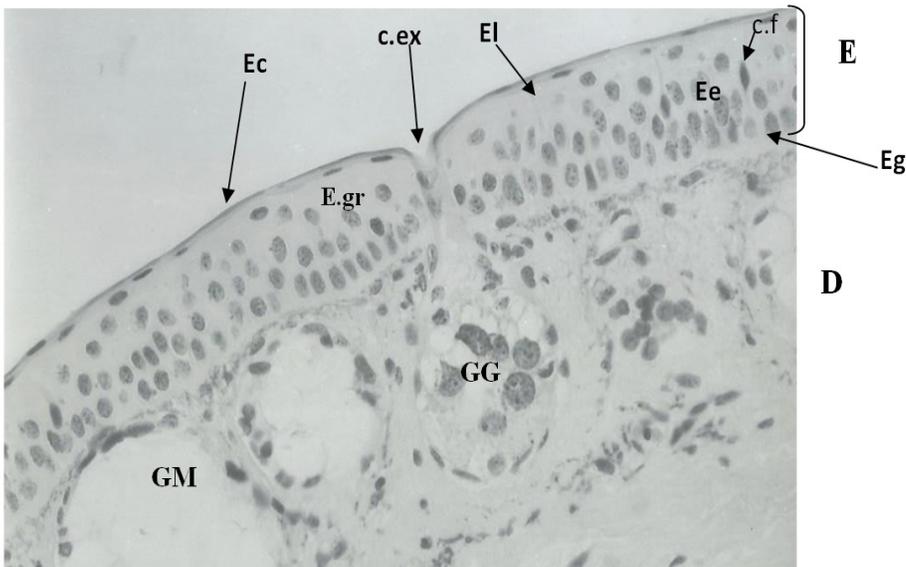


Figura 2. Región dorsal anterior (Juvenil). **E**: epidermis, **Eg**: estrato germinativo, **Ee**: estrato espinoso, **E.gr**: estrato granuloso, **EI**: Estrato lúcido, **Ec**: estrato córneo, **c.ex**: conducto excretor (glándula granulosa), **c.f**: célula "flask". **D**: dermis, **GM**: glándula mucosa, **GG**: glándula granulosa. H- E. 20X.

A.- Epidermis:

La epidermis de *T. venezuelensis* en la región dorsal consta de 5 a 7 capas celulares, tiene un grosor entre 52,5 a 70 μm en individuos juveniles y de 60,0 a 90,0 μm en adultos (Tabla 1).

a.1) Estrato germinativo: está localizado sobre la membrana basal y se caracteriza por estar conformado por una capa de células cilíndricas (Figs. 2 y 3), cuyos núcleos se toman basófilos al colorearse con Hematoxilina – Eosina. En los cortes histológicos se observan claramente las uniones entre las células, es decir desmosomas; además algunas de ellas se encontraban en mitosis, específicamente en metafase.

a.2) Estrato espinoso: se encuentra formado por dos o tres capas de células poliédricas (Figs. 2 y 3) unidas por largos desmosomas, que son muy abundantes y se evidencian fácilmente a través de microscopía de luz. A partir de este estrato se localizan las células "Flask" (Figs.2 y 5), las cuales se caracterizan por ser muy largas, de núcleos ovalados, que se encuentran distribuidas de manera dispersa en todo el estrato y con mayor frecuencia en los individuos juveniles; dichas células se extienden aproximadamente hasta la base del estrato córneo, incluso pueden alcanzar una altura aproximada de 36,25 μm ., un ancho máximo de base de 6,123 μm . y una amplitud del cuello alrededor de 1,88 μm . (promedios calculados entre individuos adultos y jóvenes a 100X).

a.3) Estrato granuloso: consta de una a dos capas de células poliédricas aplanadas (Figs. 2, 3 y 5) cuyo citoplasma se torna rosado pálido y los núcleos se observan de un tono azul a violeta, al ser coloreados con la H – E. En el citoplasma se visualizan los gránulos de queratohialina el cual es un precursor de la queratina. En ejemplares adultos se hacen más evidentes las uniones intercelulares, como se observan en la Figura 4.

a.4) Estrato lúcido: está formado por una o dos capas de células, de forma aplanada que, se tornan traslúcidas al colorearse con H – E, sus núcleos se tornan escasos porque progresivamente van desapareciendo y las distancias varían entre las células; fenómeno que es similar tanto en ejemplares juveniles como en los adultos (Figs. 2, 3 y 5).

a.5) Estrato córneo: es el más externo de la epidermis, se caracteriza por presentar de una a dos capas de células (Figs. 2, 3 y 5), que se colorean de un tono rosado intenso con Eosina, en algunas de ellas se observan escasamente algunos núcleos picnóticos, pero en la mayoría ya no existen; el grosor en ejemplares juveniles varía de 3,5 a 5,0 μm , mientras que en los adultos oscila de 4,5 a 6,75 μm . (Tabla 1).

Tabla 1. Medidas morfométricas de la epidermis de la región dorsal de *T. venezuelensis*.

Estadio	Epidermis		
	Grosor 10X (µm)	Número de capas celulares	Grosor de la capa cornea 100X (µm)
J	52,5	5	5,00*
J	52,5	6	4,00*
J	52,5	6	3,50**
J	55,0	6	4,70***
J	57,5	6	3,50*
J	60,0	6	3,50***
J	70,0	6	4,00**
A	60,0	7	4,50*
A	75,0	6	6,75*
A	75,0	6	5,00**
A	75,0	7	4,75**
A	82,5	7	5,50*
A	90,0	7	5,25*
A	90,0	6	5,50***

Estadio. J: juvenil. A: Adulto. Región anterior: *, Región posterior: **, Región caudal: ***. Aumento: 10X (µm).

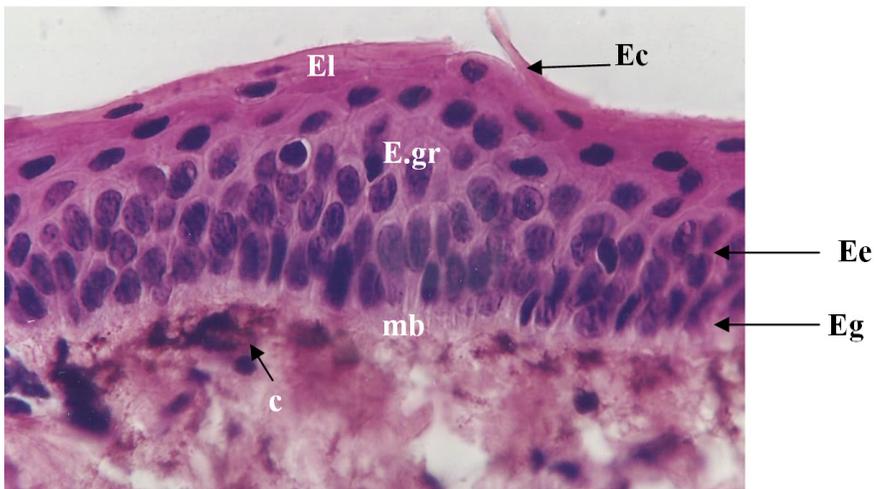


Figura 3. Epidermis de la región dorsal media (adulto). Eg: estrato germinativo, Ee: estrato espinoso, E.gr: estrato granuloso, El: estrato lúcido, Ec: estrato córneo, mb: membrana basal, c: cromatóforo. Coloración: H- E. 40X.

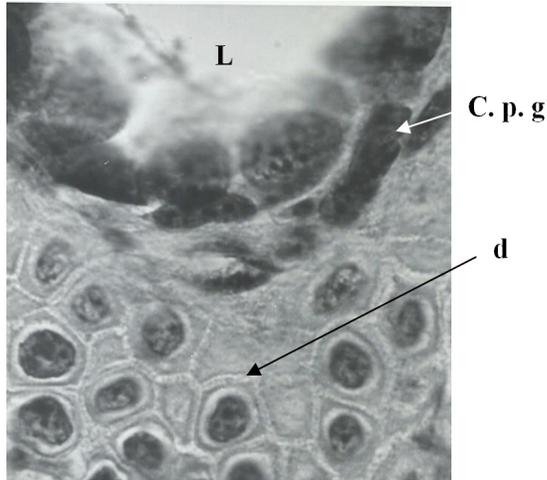


Figura 4. Corte horizontal de una glándula mucosa (región dorso – caudal de ejemplar adulto). **E.gr**: estrato granuloso, **d**: desmosomas, **L**: lumen de una glándula, **C.p.g**: células de las paredes de la glándula o células miopiteliales. Coloración: H- E. 100X.

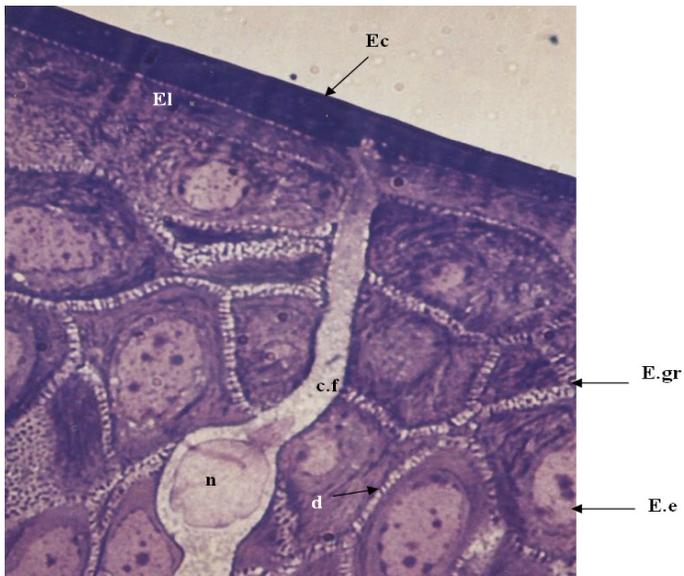


Figura 5. Epidermis, **Ec**: estrato córneo, **El**: estrato lúcido, **E.gr**: estrato granuloso, **E.e**: estrato espinoso, **c.f**: célula "Flask", **n**: núcleo, **d**: desmosomas. Corte grueso. Coloración: Azul de Toluidina.100X.

B.- Dermis:

Esta capa presenta dos estratos, el esponjoso y el compacto (Figs. 6 y 9). En ejemplares juveniles, el grosor oscila entre 210,0 a 320,0 μm . y en adultos de 362,5 a 740,0 μm . (Tabla 2).

b.1) Estrato esponjoso: se dispone en la región superior de la dermis, es decir inmediatamente después del estrato germinativo de la epidermis (Figs. 6 y 9), contiene fibroblastos, fibras colágenas y elásticas, abundantes vasos sanguíneos y nervios; en los ejemplares juveniles varía en espesor de 135,0 a 200,0 μm . y en los adultos de 221,0 a 515,0 μm . (Tabla 2); dicho estrato se distingue por presentar las siguientes estructuras:

b.1.1- Cromatóforos: células que contienen pigmentos de melanina, las cuales se observan de un tono marrón oscuro al colorear los cortes con H – E; los mismos se localizan en el estrato esponjoso de tres maneras: en la región inferior de una forma discontinua (Fig. 6), en la zona intermedia rodeando a las glándulas y de modo continuo en la porción superior; esta distribución se observa más acentuada en ejemplares adultos, que en los juveniles.

b.1.2.- En adultos se observaron dos tipos de glándulas exocrinas:

b.1.2.1.- Glándulas granulosas o serosas: dependiendo de su contenido y desarrollo, pueden localizarse en la región superior, inferior o abarcar todo el estrato esponjoso. Generalmente cuando están muy llenas de secreción tienen forma elíptica (Fig. 6 y 9); pero cuando están próximas a liberar sus productos de secreción adoptan la forma de matraz, cuyo conducto excretor alcanza totalmente la epidermis (Fig. 2 y 9). La longitud de las glándulas fluctúa en individuos jóvenes de 102,5 a 145,0 μm . y en los adultos entre 115,0 a 277,5 μm ; la amplitud mayor en los juveniles varía de 115,0 a 170,0 μm ; mientras que en los adultos es de 122,5 a 259,0 μm . (Tabla 2). Dentro de las glándulas se observaron gránulos de diferentes tamaños (Fig. 6), que se colorean de un tono rosado intenso con Hematoxilina – Eosina. En la Figura 7 se observa la topografía de un conducto excretor de una glándula (con su respectivo contenido) y alrededor las células mioepiteliales que conforman las paredes de dicho conducto.

b.1.2.2.- Glándulas mucosas: estas se disponen regularmente en la porción superior del estrato esponjoso; en los primeros estadios de maduración se caracterizan por poseer una forma ovalada, mientras que en fase tardía presentan una forma de matraz (Figs. 6 y 9). Estas glándulas alcanzan aproximadamente una longitud entre 75,0 – 110,0 μm . en individuos jóvenes y entre 95,0 a 145,0 μm en adultos; tienen una amplitud máxima que varía en juveniles de 85,0 a 115,0 μm . y en los adultos de 42,0 a 495,0 μm . (Tabla 2). En la Figura 8 se observa el conducto excretor de una glándula mucosa, con su lumen o luz del conducto y las células mioepiteliales que descansan sobre la lámina basal.

Generalmente, las glándulas granulosas son de mayor tamaño que las mucosas; estas últimas se encuentran relativamente en mayor proporción que las primeras (Tabla

2); excepto a nivel de la porción caudal donde es a la inversa, hecho que es válido tanto para individuos jóvenes como para los adultos (Fig. 9).

b.2) Estrato compacto: se ubica topográficamente en la porción inferior de la dermis, y se caracteriza por presentar fibras colágenas arregladas en forma horizontal constituyendo una red con las fibras elásticas (Figs. 6 y 9). Tiene un grosor en juveniles de 75,0 a 127,5 μm . y en adultos de 122,0 a 252,5 μm . (Tabla 2). Existen pocos cromatóforos y se encuentran distribuidos en forma dispersa a lo largo de todo el estrato, los cuales son más abundantes en adultos que en juveniles; también se observan vasos sanguíneos de diferentes calibres y nervios.

Subyacente al estrato compacto no se observó hipodermis, sólo en la región caudal a nivel del pliegue de aleta (Fig. 9); por otra parte, en los cortes histológicos no se registraron escamas dérmicas y para confirmar esto, se realizó una prueba adicional de cortes gruesos por microscopía electrónica.

Es importante resaltar que, el tegumento de la región dorsal tiene un grosor en ejemplares juveniles que oscila de 262,5 a 380,0 μm . mientras que en adultos fluctúa de 452,5 a 815,0 μm (Tabla 1) como es de esperarse, el tejido tegumentario aumenta de espesor a medida que avanza el desarrollo de los individuos.

Tabla 2. Medidas morfométricas de la dermis de la región dorsal del tegumento de *Typhlonectes venezuelensis*.

Est	DERMIS									TEGUMENTO Grosor (Epidermis+ Dermis) μm
	Grosor Dermis μm	ESTRATO ESPONJOSO							ESTRATO COMPACTO Grosor μm	
		Abundancia relativa de las glándulas		Glándulas Mucosas (Gm)		Glándulas Granulosas (Gg)		Grosor Estrato esponjoso μm		
		Gm.	Gg	Alto μm	Ancho μm	Alto μm	Ancho μm			
J	210,0	5	7	95,0	95,0	102,5	115,0	135,0	75,0	262,5 *
J	290,0	10	6	100,0	105,0	135,0	179,0	190,0	100,0	342,5 **
J	310,0	12	9	87,5	90,0	120,0	125,0	182,0	127,5	362,5 **
J	270,0	10	19	75,0	85,0	115,0	95,00	160,0	110,0	325,0 ***
J	275,0	8	7	110,0	115,00	145,0	150,0	170,0	105,0	332,0 *
J	250,0	5	15	92,5	80,0	122,5	120,0	160,0	90,0	310,0 ***
J	320,0	12	9	105,0	85,0	135,0	125,0	200,0	110,0	380,0 **
A	555,5	11	9	95,0	110,0	205,0	250,0	305,0	250,0	615,0 *
A	645,0	6	3	145,0	112,0	277,5	215,0	460,0	185,0	720,0 *
A	740,0	6	4	435,0	495,0	115,0	130,0	515,0	225,0	815,0 **
A	480,0	3	5	102,5	130,0	224,0	259,0	265,0	215,0	770,0 **
A	565,0	3	5	100,0	130,0	325,0	245,0	312,5	252,5	647,0 *
A	394,5	2	6	97,5	42,0	205,5	203,5	272,5	122,0	484,5 *
A	362,5	10	7	100,0	95,0	115,0	122,5	221,0	141,5	452,5 **

Est: Estadío. J: juvenil. A: Adulto. Región anterior: *, Región posterior: **, Región caudal: ***. Aumento: 10X (μm).

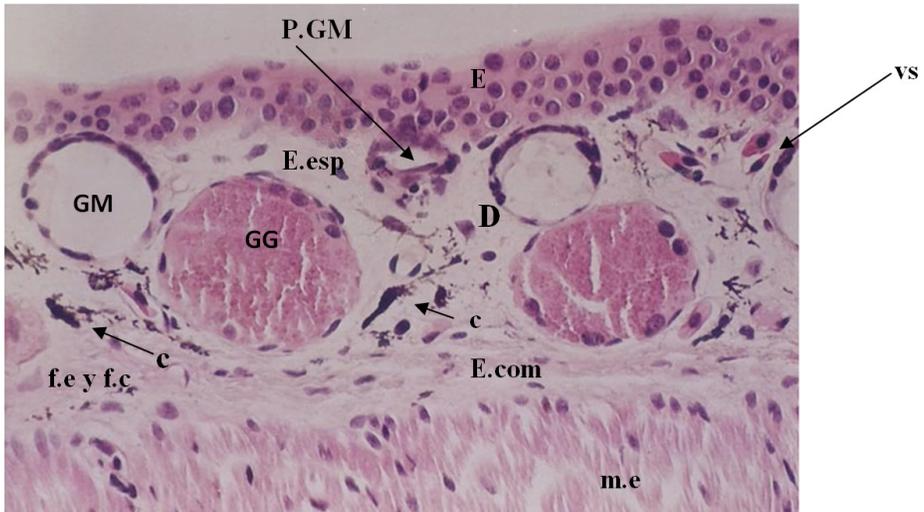


Figura 6.- Región dorsal anterior (juvenil). E: epidermis, D: dermis, E.esp: estrato esponjoso, GM: glándulas mucosas, GG: glándulas granulosas, P.GM: primordio glándula mucosa, vs: vaso sanguíneo, c: cromatóforo, m.e: músculo esquelético. Coloración: H-E. 20X.

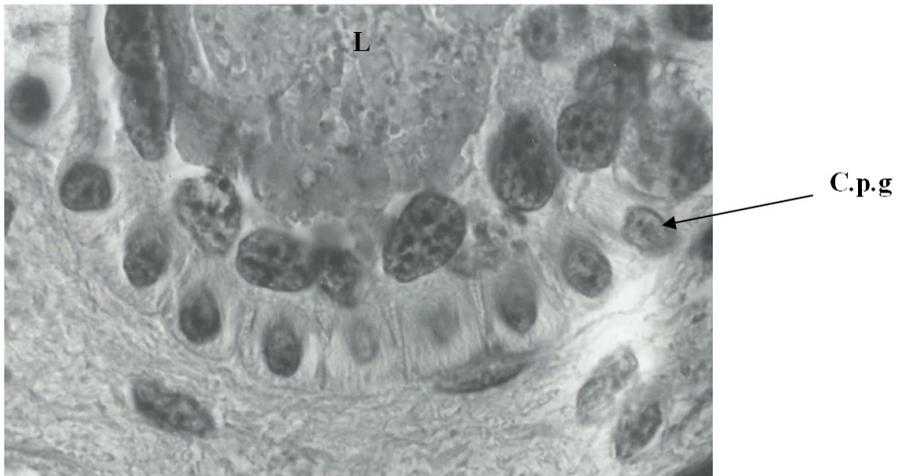


Figura 7. Conducto excretor de una glándula granulosa. L: lumen (se observa el contenido de secreción), C.p.g: células de las paredes de la glándula o mioepiteliales. Coloración: H-E.100X.

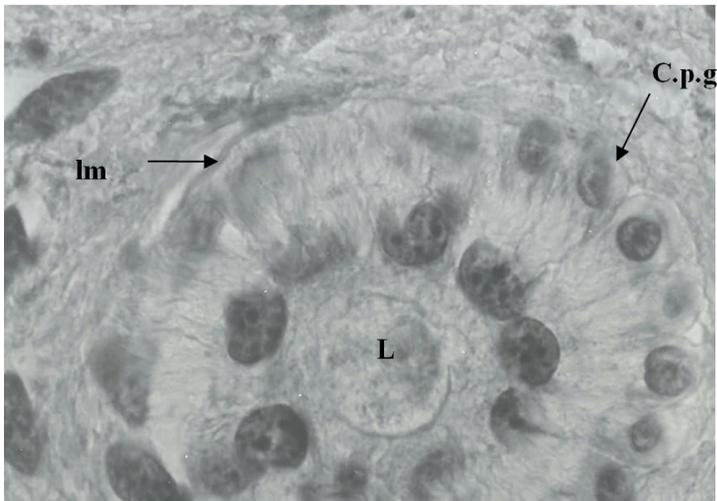


Figura 8.- Conducto excretor de glándula mucosa. L: lumen, C.p.g: células de las paredes de la glándula o mioepiteliales, lm: lámina basal. Coloración: H-E.100X.

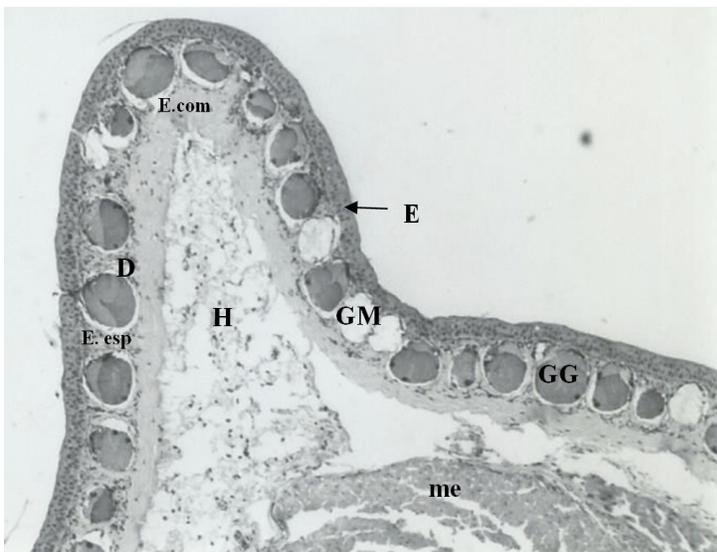


Figura 9. Piel región dorso – caudal (pliegue de la aleta) (adulto). E: epidermis, D: dermis, E. esp: estrato esponjoso, GG: glándulas mucosas, GM: glándulas granulosas, E.com: estrato compacto, H: hipodermis, me: musculatura esquelética. Coloración: H-E.10X.

Región ventral

A.- Epidermis:

La epidermis de esta región se caracteriza por presentar de 5 a 8 capas de células, tiene un grosor en juveniles de 35,0 a 65,0 μm . y en adultos de 40,0 a 82,5 μm . (Tabla 3).

La descripción de los estratos germinativo, espinoso, granuloso, lúcido y córneo es el mismo de la región dorsal (Fig. 10). El estrato córneo tiene un espesor en juveniles entre 3,0 a 6,0 μm . y en adultos de 2,5 a 6,5 μm (Tabla 3). En la región ventral, también se observan las células "Flask", pero en menor frecuencia (Fig. 13); ellas tienen alrededor de 32 μm . de altura, 6,5 μm . de ancho de base y un cuello aproximadamente de 2,0 μm . (promedios calculados para ambos estadios, a 100X).

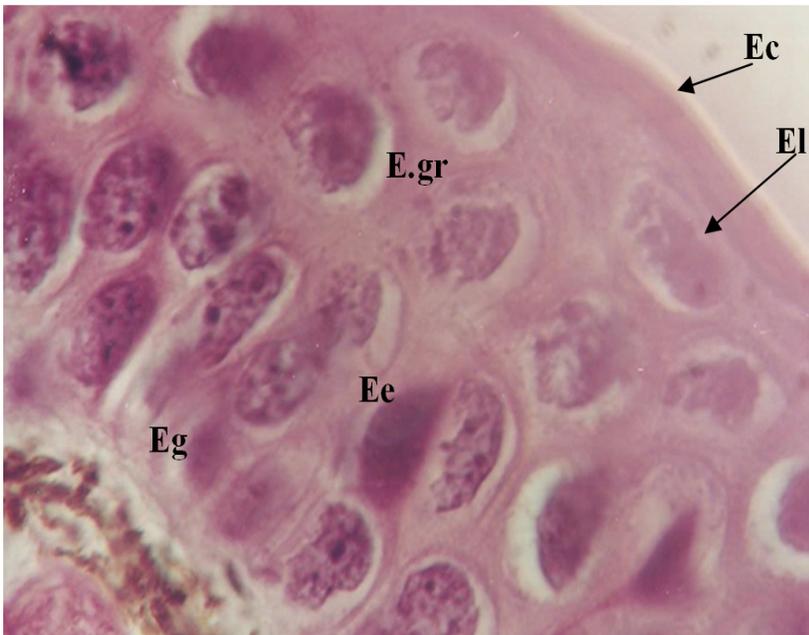


Figura 10. Epidermis de la región ventral media (juvenil). **Eg**: estrato germinativo, **Ee**: estrato espinoso, **E.gr**: estrato granuloso, **El**: estrato lúcido, **Ec**: estrato córneo. Coloración: H-E. 100X.

Tabla 3. Medidas morfométricas de la epidermis de la región ventral de *T. venezuelensis*.

Estadio	Epidermis		
	Grosor 10X (µm)	Número de capas celulares	Grosor capa cornea 100X (µm)
J	35,5	5	5,2*
J	55,5	7	4,0*
J	57,5	6	3,0*
J	65,0	5	4,0**
J	65,5	6	6,0**
A	40,0	6	4,0*
A	40,0	6	2,75**
A	50,0	5	5,0*
A	65,0	7	2,55*
A	70,0	7	4,5**
A	70,0	8	4,5**
A	82,5	8	6,5*

J: juvenil. A: Adulto. Región posterior: *, Región media: **. Aumento: 10X (µm).

B.-Dermis:

La estructura de la dermis de la región ventral es similar a la dorsal. Su grosor máximo en ejemplares juveniles fue de 445,0 µm. y en adultos de 875,0 µm. (Tabla 4).

b.1).- Estrato esponjoso: presenta una altura que oscila en individuos juveniles entre 115,0 a 275,0 µm. mientras que en adultos fluctúa de 260,0 a 495,0 µm. (Tabla 4). Este estrato es de menor grosor que el de la región dorsal, sólo diferenciándose en 25,0 µm. Las glándulas de esta región son semejantes a las ya descritas, su abundancia relativa es variable tanto en adultos como en juveniles; las que secretan mucosidad son relativamente más abundantes que las destinadas a elaborar gránulos (Figs. 11, 12).

b.1.1).- Glándulas granulosas: Cuando se encuentran llenas de secreción se observan de color rosa intenso, al ser coloreadas con hematoxilina – eosina, estando más acentuadas en ejemplares adultos, que en los juveniles (Figs. 11 y 12); Cuando están vacías, su lumen es transparente y las dos capas celulares que las constituyen, se observan retraídas formando una delgada pared. Con respecto a sus dimensiones se registró una altura de juveniles entre 90,0 a 142,5µm. en adultos entre 170,0 a 280,0 µm. La amplitud máxima en juveniles oscila de 97,5 a 155,0 µm. y en adultos varía

de 105,0 a 305,0 μm . (Tabla 4) de igual forma, su abundancia relativa es variable en ambos estadios.

b.1.2).- Glándulas mucosas: se visualizan de color claro o pálido (Fig. 12), generalmente son de menor tamaño que las granulosas y al igual que en la región dorsal son más abundantes que las antes mencionadas. Su longitud en ejemplares juveniles oscila entre 72,5 a 155,0 μm . y en adultos de 85,5 a 140,0 μm .; mientras que su amplitud en juveniles varía de 70,0 a 155,0 μm .y en adultos varía de 60,0 a 175,0 μm . (Tabla 4).

b.2).- Estrato compacto: se localiza en la porción inferior de la dermis y en contacto con la musculatura esquelética, la cual observa formando paquetes dispuestos en forma longitudinal (Figs. 11 y 12). Su espesor varía en los juveniles de 40,0 a 170,0 μm . y en los adultos oscila de 140,0 a 380,0 μm . (Tabla 3). Como es de notar, dicho estrato comparado con el de la región dorsal es de mayor espesor, difiriendo en 210,0 μm .

Tanto en el estrato compacto, como en el esponjoso de esta región se observaron fibroblastos, fibras colágenas y elásticas, las cuales aparentemente son menos abundantes en este último estrato, supuestamente debido al espacio ocupado por las glándulas; de igual forma se evidencian nervios y vasos de diferentes grosores, caso similar a la región dorsal antes descrita.

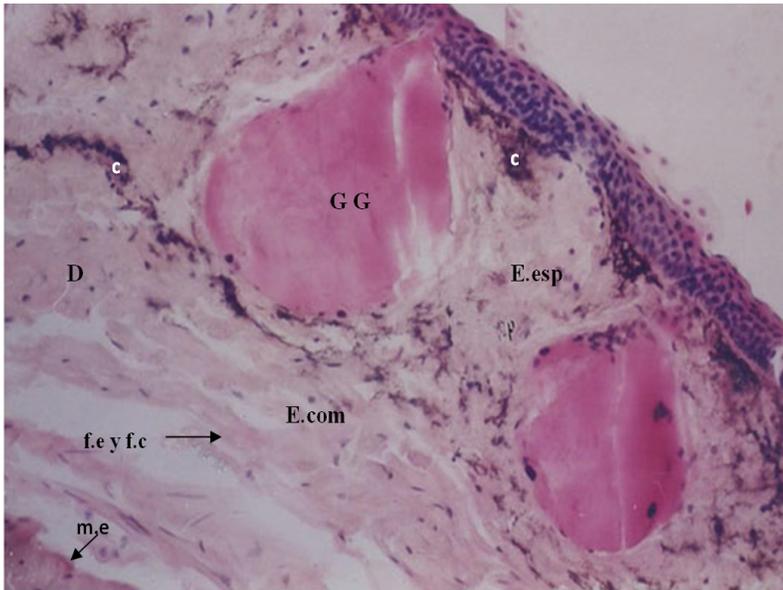


Figura 11. Dermis (D) de la región ventral posterior (adulto). E.esp: estrato esponjoso, GG: glándulas granulosas, GM: glándulas mucosas, c: cromatóforos, E.com: estrato compacto, f.e: fibras colágenas, f.c: fibras colágenas. Coloración: H-E. 10X.

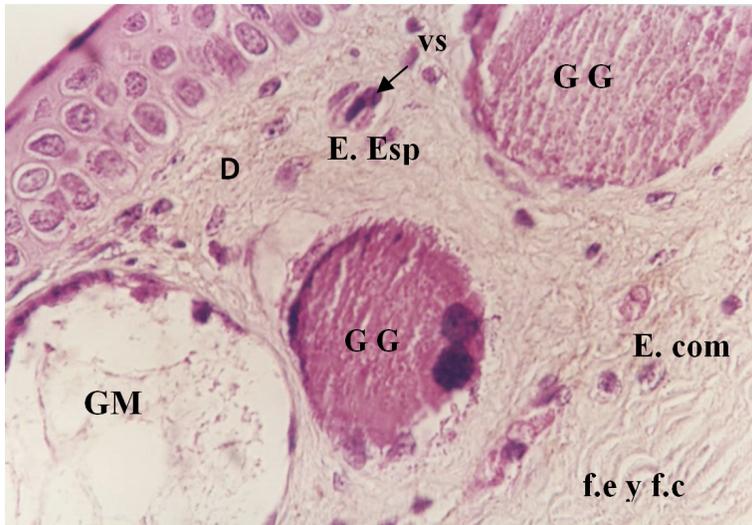


Figura 12. Región ventral media (juvenil). **D**: Dermis, **E. esp**: estrato esponjoso, **GG**: glándulas granulosas, **GG**: glándula mucosa, **vs**: vaso sanguíneo, **E. com**: estrato compacto, **f.e**: fibras colágenas, **f.c**: fibras colágenas. Coloración: H- E. 40X.

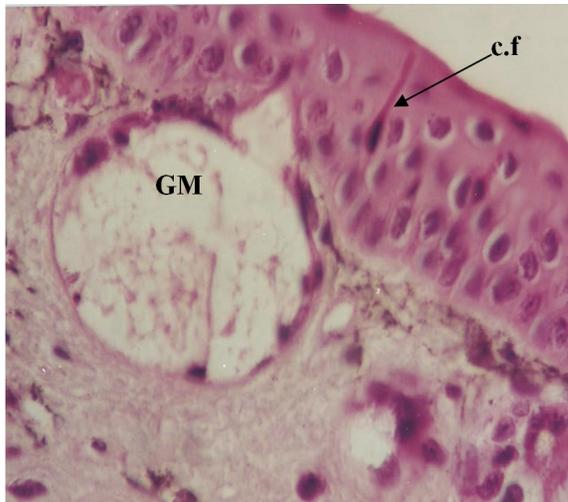


Figura 13. Región ventral posterior (juvenil). **c.f**: célula "Flask", **GM**: glándula mucosa. Coloración: H- E. 40X.

Esta región presenta una organización histológica similar al tegumento de la región dorsal, sólo difiere en cuanto al grosor, a la abundancia de las células y otras estructuras. Esta región tiene un espesor que oscila en ejemplares juveniles de 190,0 – 510,0 μm ; mientras que en adultos oscila entre 480,0 a 957,5 μm . (Tabla 4).

Tabla 4. Medidas morfométricas de la dermis de la región ventral del tegumento de *T. venezuelensis*.

Est	DERMIS									TEGUMENTO Grosor (Epidermis+ Dermis) μm
	Grosor Dermis μm	ESTRATO ESPONJOSO						Grosor Estrato Compac to μm	ESTRATO COMPACTO Grosor μm	
		Abundancia Relativa de las glándulas		Glándulas Mucosas (Gm)		Glándulas Granulosas (Gg)				
		Gm.	Gg	Alto μm	Ancho μm	Alto μm	Ancho μm			
J	155,0	6	5	72,5	70,0	90,0	117,5	115,0	40,0	190,0*
J	315,0	9	13	95,0	75,0	135,0	155,0	197,0	117,5	369,5*
J	330,0	10	8	75,0	155,0	112,5	97,5	182,5	147,5	387,5*
J	395,0	7	10	155,0	127,5	142,5	135,0	255,0	140,0	460,0**
J	445,0	8	11	90,0	90,0	140,0	110,0	275,0	170,0	510,0**
A	440,0	6	2	100,0	120,0	170,0	235,0	300,0	140,0	480,0*
A	855,0	5	3	105,5	100,0	255,0	250,0	485,0	370,0	895,0**
A	460,5	4	6	85,0	85,0	205,0	205,0	260,0	200,0	510,0*
A	700,0	7	6	140,0	155,0	245,0	105,0	405,0	295,0	765,0*
A	795,0	3	3	102,5	135,0	275,0	305,0	490,0	305,0	865,0**
A	735,0	2	3	105,0	60,0	280,0	285,0	405,0	330,0	805,0**
A	875,0	3	5	135,0	175,0	260,0	240,0	495,0	380,	957,5*

Est: Estadio. J: juvenil. A: Adulto. Región posterior: *, Región media: **. Aumento: 10X (μm).

DISCUSIÓN:

En *Typhlonectes venezuelensis*, la mayoría de los individuos en su fase final del desarrollo intraoviductal y durante toda su vida presentan una coloración gris oscura en su piel, siendo más intenso en la región dorsal y de un tono más claro en la región ventral; patrón determinado por la distribución de los cromatóforos, células que contienen el pigmento de melanina (Duellman y Trueb 1986).

Debido a la escasa literatura histológica sobre el Orden Gymnophiona se hace un poco difícil establecer amplias comparaciones con otras especies; razón por la cual en el transcurso de esta discusión se hace necesario recurrir a otros Ordenes de la clase Amphibia; es decir Anura y Urodela; así como también a algunos peces Teleósteos. Es de hacer notar que en otros anfibios, si existe un cambio de coloración en el transcurso de su desarrollo como acontece en la rana *Pseudis paradoxus caribensis* (Rada

et al. 1995; Rada y finol. 1986); por otra parte, a través de la coloración del cuerpo de estos anfibios, no se pudo detectar un dimorfismo sexual como sucede al menos en algunas ranas. Además de ello se observó la presencia de poros glandulares distribuidos uniformemente por todo el cuerpo, orificios por los cuales se excretan al exterior, los productos granulares y mucosos.

Los resultados histológicos indican que el tegumento del *T. venezuelensis* presenta una estructura básica, la cual concuerda con lo observado en el Orden Gymnophiona: *Ichthyophis glutinosus* (Caeciliidae) (Breckenridge et al. 1987), *Ichthyophis orthoplicatus e Ichthyophis kohtaoensis* (Caeciliidae) (Fox 1983); en Anura: *Ceratrophis ornata* (Faszewski y Katelbach 1995), *Pseudis paradoxus caribensis* (Pseudidae) (Rada et al. 1995), *Centrolenella acanthidiocephala* (Ramírez et al. 1989), *Rhinella ornata* (Felsenburgh et al. 2009), *Rana temporaria* (Whitear 1974), *Phyllobates bicolor* (Moreno Gómez et al. 2014), *Odonthophrynus americanus* (Kambic 2016), especies del género *Ololygon* y *Scinax* (da Silva et al. 2017), especies del género *Telmatobius* (Barriónuevo 2017), *Telmatobius culeus* (Andrade et al. 2018), y en Urodela: *Mertensiella caucásica* y *Mertensiella luschani* (Salamandridae) (Sever et al. 1997).

Anatómicamente, el tegumento de los individuos adultos y juveniles es similar, diferenciando sólo en la abundancia de algunas células y glándulas. El grosor total de la piel fue variable en los diferentes estadios de los individuos; en los juveniles, la región ventral alcanzó 510 µm. y la región dorsal alcanzó un máximo de 380 µm; mientras que en los adultos, el espesor del dorso fue incluso hasta 815 µm. y en la zona ventral alcanzó al menos hasta 957,5 µm.; es decir el espesor fue mayor en la región ventral, que en la dorsal; resultados similares fueron reportados para *Ichthyophis glutinosus* (Caeciliidae) (Breckenridge et al. 1987), pero diferente a lo registrado en la rana *Telmatobius culeus* (Andrade et al. 2018). La robustez del tegumento de la región ventral quizás sea debido a una adaptación adquirida durante su historia de vida al apoyarse en el suelo durante el desplazamiento tipo reptación, específicamente cuando están fuera del agua.

La epidermis en ejemplares juveniles fue de menor grosor, lo cual es parecido a lo reportado para *Ichthyophis glutinosus* (Caeciliidae) donde ellos presentan un grosor que oscila entre 46,2 – 75,9 µm. mientras que los adultos fluctúan de 6,27 a 108,9 µm. (Breckenridge et al. 1987). Para los adultos de *T. venezuelensis* el espesor de la epidermis fue mayor al registrado para *I. orthoplicatus* y de *I. kohtaoensis* que fue de 30 µm. aproximadamente (Fox 1983).

En *T. venezuelensis*, la epidermis presenta de 5 a 8 capas celulares; comparando con otras especies del Orden Gymnophiona, Anura y Urodela se puede indicar que esta característica es variable, no hay un patrón constante en anfibios o peces; por ejemplo en *Telmatobius culeus* (Andrade et al. 2018) el número de capas es de 4 a 8, excepto en la región palmar y plantar que alcanza las 12 capas; en las especies del género *Ololygon* y *Scinax* oscila de 4 a 5 (da Silva et al. 2017), en *Phyllobates bicolor* va de 4 a 6 capas (Moreno et al. 2014), *Ichthyophis orthoplicatus e Ichthyophis kohtaoensis* exhiben de 5 a 7 (Fox 1983), *Ichthyophis glutinosus* posee 3 o 4 (Breckenridge et al. 1987); *Rana temporaria* tiene de 5 a 7 capas (Whitear, 1974), *Centrolenella acanthidiocephala* (*Cen-*

trolenidae) presenta de 3 a 4 (Ramírez *et al.* 1989), en *Bufo marinus* 5 capas (Sampson *et al.* 1987), y en los peces teleósteos como *Heteropneustes fossilis*, *Mastacembelus pancalus* y *Amphinous cuchia* existe alrededor de 5 capas epiteliales (Mittal y Munshi 1971).

En la epidermis es interesante destacar la presencia de las células "Flask"; las cuales también se han reportado en *Rana temporaria* (Withear 1974), en *Ichthyophis kohtaoensis* e *Ichthyophis orthophlicatus* (Fox 1983), *Rhinella ornata* (Felseburgh *et al.* 2009), *Dendropsophus elegans*, *Dendropsophus minutus* (Valente 2014), en *Odonthophrynus americanus* (Kambic 2016). Estas células en *T. venezuelensis* resultaron ser predominantes en la región dorsal y más abundante en los estadios juveniles; mientras que en ejemplares adultos de los anuros *Dendropsophus elegans* y *Dendropsophus minutus* se reportan en mayor cantidad en la región ventral (Valente 2014).

En las células Flask, el promedio de sus longitudes fueron 36,5 μm . de altura, 6, 123 μm . de ancho de base y una amplitud del cuello igual a 1,88 μm . Comparándolo con dos especies del mismo Orden reportadas por Fox (1983) se tiene que, las células Flask de *Ichthyophis kohtaoensis* (Caeciliidae) exhibe una altura aproximada de 20 μm , 7 μm . ancho de base y 3 μm . de amplitud del cuello; mientras que *Ichthyophis orthophlicatus* (Caeciliidae) tiene alrededor de 15 μm . de altura, 10 μm . ancho de base y 6 μm . de amplitud de cuello; en definitiva, las células presentes en *T. venezuelensis* son más alargadas y menos anchas, que las de *I. Orthophlicatus* e *I. Kohtaoensis* (Caeciliidae). Estas células están involucradas en el transporte de iones (Whitear 1975), siendo importantes en la osmorregulación (Brito – Gitirana y Azevedo 2005).

Con respecto al estrato córneo se observa que, tanto a región dorsal como ventral la diferencia es mínima, es decir 0,25 μm .; pero si se comparan los cortes histológicos pertenecientes a los individuos adultos versus los juveniles se encuentran notables diferencias en la región dorsal, ya que los primeros exceden a los juveniles en 1,75 μm . en cuanto al grosor, posiblemente las células de estos últimos sean más aplanadas en esa zona. En esta especie, la capa córnea está presente desde el nacimiento; mientras que en otros anfibios aparece en el transcurso de la metamorfosis, como en la rana *Hyla crepitans* (Arvelo 1991) y en *Pseudis paradoxus caribensis* (Lermieri 1988).

Este estrato está ausente en los peces y aparece por primera vez en la escala evolutiva, con los anfibios, sin embargo no está presente en salamandras neotónicas, tal como *Necturus* (Duellman y Trueb 1986); las células del estrato córneo se caracterizan por ser planas con un alto porcentaje de queratina y lípidos (Maruane y Rojas 2012), y poseer ciertas cantidades de mucopolisacáridos derivados de las diferentes glándulas que se encuentran en la dermis (Duellman y Trueb 1986; Hildebrand 1988; Wichert y Presch 1989).

Dicho estrato se renueva constantemente mediante el proceso de ecdisis, el cual es muy conocido en los Órdenes Anura y Urodela, de las cuales se ha reportado que en *Bufo bufo* la muda ocurre una vez a la semana (Budtz y Larsen 1973); y en *Rana temporaria* se efectúa cada dos o tres días (Whitear 1975); pero en el Orden Gymno-

phiona hasta los momentos no se ha reportado información alguna. Sin embargo, en ejemplares de *T. venezuelensis* mantenidos en cautiverio durante ocho meses se pudo constatar que la ecdisis se lleva a cabo de 21 a 23 días; la misma debe completarse, porque de lo contrario provoca la muerte de los individuos (observaciones personales).

En cuanto a la dermis, el estrato compacto presentó un mayor grosor en la región ventral en relación con la región dorsal del tegumento, probablemente ello obedezca a que esa región debe aportar una mejor sustentación a la musculatura y a los órganos internos puesto que ellos no tienen grandes costillas que los proteja, como existe en los otros Ordenes y en vertebrados superiores; de igual forma, el estrato compacto se incrementó durante el desarrollo ontogénico. En ambas regiones se observa grandes cantidades de haces de fibras colágenas, fibras elásticas, así como vasos y nervios, y lo cromatóforos en menor cuantía. Por otra parte se pudo constatar que el estrato compacto se encuentra sumamente adherido a la musculatura esquelética, excepto en la región caudal a nivel del pliegue de la aleta donde se observa la hipodermis; esto puede explicar el por qué se hace difícil desprender la piel del resto del cuerpo, proceso que se torna más fácil en especies de los otros Ordenes de los anfibios y en los peces.

El estrato esponjoso resultó ser de mayor espesor en la región dorsal, que en la ventral probablemente sea debido al mayor número de glándulas presente en esa zona; así mismo presentó una gran distribución de cromatóforos, los cuales estaban más acentuados en el dorso, ello puede explicar el por qué, esta región tenga una coloración más intensa, que la de la región ventral; incluso se observó parcialmente despigmentada en algunos ejemplares, la cual probablemente sea debido a variaciones individuales.

Las glándulas dermales de los anfibios se originaron del crecimiento lento de las células de la epidermis durante la ontogenia (Bovbjerg 1963; Delfino, 1977). Según Muhse (1909) los anfibios primitivos presentaban un solo tipo de glándula en la piel; pero durante la filogenia, las formas modernas desarrollaron diferentes tipos de glándulas como las mucosas, granulosa y mixtas o seromucosas (Hildebrand 1988); en la especie estudiada sólo se registran los dos primeros tipos.

En *T. venezuelensis* la abundancia relativa de las glándulas varía según:

- 1.- La región dorsal presenta relativamente mayor cantidad de glándulas dermales que la región ventral similar a lo encontrado en *Phyllobates bicolor* por Moreno Gómez et al. (2014).

Las glándulas mucosas resultaron ser más abundantes o numerosas que las granulosa, hecho similar a lo reportado por Kambic (2016) en *Odontophrynus americanus*, por Seki et al. (1995) en *Rana cancrivora*; al igual que lo registrado en *Ceratrophis ornata* (Faszowski et al. 1995), en *Rana temporaria*, *Pipens* y *Catesbeana* por Mills y Prum (1984); sin embargo difiere con lo obtenido por Moreno Gómez (2014) en *Phyllobates bicolor* donde las glándulas serosas o granulosa son más numerosas, pero coincide en parte con lo observado en la región caudal de *T. venezuelensis* en la cual

predominan éste tipo de glándulas.

2.- El estadio: Las glándulas se encuentran en mayor frecuencia en individuos juveniles que en los adultos.

En relación a la forma de las glándulas de *T. venezuelensis* esta es semejante a las descritas en *Ichthyophis* (Fox 1983), en *Phyllobates bicolor* (Moreno-Gómez 2014). En cuanto al tamaño, las glándulas granulosas o serosas resultaron ser de mayor tamaño que las mucosas; lo cual concuerda con lo referido por Moreno Gómez (2014) en *Phyllobates bicolor*, por Duellman y Trueb (1986) para la mayoría en los anfibios. En el Orden Gymnophiona, las glándulas mucosas producen un moco que contiene sustancia ácida, constituida por grupos sulfatos y carboxilos, los cuales les hacen resistentes a la digestión de hialuronidasas y neuraminidasas (Fox 1983); es decir la producción de este tipo de sustancia protege precisamente a los cecílicos de los depredadores (Moodie 1978).

Tanto en las glándulas mucosas como granulosas se lograron visualizar las células mioepiteliales que rodean a las mismas y a sus conductos, esto coincide con lo observado por Moreno Gómez (2014) en *Phyllobates bicolor*; él cual indica que dichas células colapsan el lumen de los acinos y conductos facilitando la secreción y liberación de su contenido glandular.

Según Neuwirth *et al.* (1979) la función inicial de las glándulas granulosas fue el de producir veneno; pero luego fueron adaptadas a la producción de diversas toxinas, que evolucionaron separadamente en algunos grupos de anfibios, entre otras es mantener humedad en la piel; como es de notar, esta glándula actualmente no cumple la función para la cual fue creada, por lo tanto puede decirse que es una exaptación. Entendiéndose como exaptación a aquellos rasgos cuyo origen evolutivo no está relacionado a su función biológica actual (Baum y Larson, 1991).

En el Orden Gymnophiona las glándulas granulosas y mucosas varían en tamaño, número y distribución, cuyas diferencias han estado presente desde las formas ancestrales, pero probablemente evolucionaron filogenéticamente a través del espacio y el tiempo (Fox 1983).

Según Fox (1983) dentro de los anfibios, los Gymnophiona son los únicos que retienen escamas dermales; excepto en las familias Scolecomorphidae y Typhnolectiidae; sin embargo actualmente existen controversias acerca de la presencia de dicha estructura en ésta última familia, ya que autores como Wake (1975) han encontrado pequeñas escamas a nivel del dorso del cuerpo de la especie *Typhlonectes compressicauda*, no obstante en *T. venezuelensis* se demostró lo contrario; es decir a través de los cortes histológicos a través de Microscopía Electrónica y de Luz no se observaron escamas dérmicas en el tegumento. En los Gymnophiona, esas estructuras forman pequeños conjuntos de discos planos que se encuentran en cavidades de anillos transversos, a nivel de la región dorsal (Zilberberg y Ricgles 1980; Fox 1983) y en unión a las glándulas venenosas constituyen una defensa contra los depredadores y la desecación

de la piel. Por otra parte, a pesar de que Fox (1983) indica que sólo los Gymnophiona presentan escamas, también ellas están presentes en ranas del Género *Brachycephalus* (Young 1985; Ulrich y Storch 1976).

Recomendaciones

-Llevar a cabo un análisis histológicos de la piel en otras especies de la familia Typhlonectidae, para hacer comparaciones y así poder establecer sus relaciones filogenéticas; lo cual constituiría un aporte importante al estudio del Orden Gymnophiona y por ende al área de Herpetología.

-Realizar coloraciones especiales que permitan visualizar otros elementos celulares, las cuales involucran PAS (Ácido Periódico de Schiff), Tricrómico de Masson, entre otras tinciones.

Agradecimiento.

Los autores expresan su agradecimiento a Julio José Sánchez Martínez, al Laboratorio de Taxidermia y Preparados Anatómicos y al Laboratorio de Histología de la Facultad de Humanidades y Educación, La Universidad del Zulia (LUZ), además al Centro de Microscopia Electrónica “Dr. Mitsuo Ogura” de la Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela (UCV) por la colaboración prestada. Esta investigación formó parte de uno de los trabajos de ascenso de la primera autora.

Literatura citada.

ALLABY, M. 1991. The concise Oxford of Zoology. Oxford University Press, New York. Pp 356.

ANDRADE, P., ELÍAS, ROBERTO., R. GRANDEZ Y J. MAMANI. 2018. Descripción histológica de la piel de la rana gigante del Titicaca (*Telmatobius culeus*). Rev Inv Vet Perú. 29 (1): 64-74.

ARVELO, Z. 1991. Estudio histológico y comportamiento in vitro de la piel de la larva *Hyla crepitans* Weid (Hylidae, Amphibia). T. E. G. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas. 68 pp.

BANK, J. W. 1986. Histología veterinaria aplicada. Edit. El Manual Moderno. S. A. Mexico, 370 pp.

BARRIONUEVO, J. 2017. Skin variation un wáter frogs of the genus *Telmatobius* (Anura: Telmatobiidae). Salamandra. 53(2): 183 – 192.

BAUM, D. A Y A. LARSON. 1991. Adaptation Reviewed: A phylogenetic methodology for studying carácter MACROEVOLUTION. SYST. ZOOL. 40: 1 – 18.

BOVBJERG, A. M. 1963. Development of the glands of the dermal plicae in *Rana pipiens*. J. Morph. 113: 231 – 234.

BRECKENRIDGE, W. R., S. NATHANAEL Y L. PEREIRA. 1987. Some aspects of the biology and development *Ichthyophis glutinosus* (Amphibia: Gymnophiona). J. Zool., Lond. 211: 437 – 499.

BRITO – GITIRANA, L. Y R. A. AZEVEDO. 2005. Morphology of *Bufo ictericus* integument (Amphibia, Bufonidae). Micron. 36: 532 - 538

BUDTZ, P. E Y L. O. LARSEN. 1973. Structure of the toad epidermis during the moulting cycle: I. Ligth microscopic observation in *Bufo bufo* (L.). Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat. 144: 353 – 368.

CÁNEPA, G., M. GONZÁLEZ ELORRIAGA Y T. MARTÍNEZ LEONES. 2003. Diferencias histológicas en la vascularización de la piel de anfibios gymnophiona de la familia Typhlonectidae. VI. Congreso Latinoamericano de Herpetología. Lima – Perú. 19 al 23 de Enero, 39 – 40 pp

CASE, S Y M. WAKE. 1977. Immunological comparisons of caecilian albumins (Amphibia: Gymnophiona). Herpetologica. 33: - 94 - 98.

Cooper, S. y F. García. (1968). Chronic: skin allograft rejection in the Apodan *Typhlonectes compressicauda*. Copeia. 2: 224 – 224.

DA SILVA, H. A. M., T. SILVA-SOARES Y L. DE BRITO –GLTIRANA. 2017. Comparative analysis of the integument of different tree frog Species from *Oloolygon* and *Scinax* genera (Anura: Hylidae). *Zoologia*. 34: 1 – 17.

DALY, J., T. F. SPANDE Y H. M. GARRAFO. 2005. Alkaloids from amphibian skin: a tabulation of over eighth-hundred compounds. *J. Nat. Prod.* 68(10): 1556 – 1575.

DELFINO, G. 1977. Development of serous gland Anlagen in the skin of *Bombina variegata pachypus* (Bonaparte) larvae. Preliminary findings by light and electron microscopy. *Boll. Zool.* 44: 145 – 147.

DUELLEMAN, W Y L. TRUEB. (1986). *Biology amphibians*. Edt. McGraw-Hill Book Company. New York.

DELFINO, G., F. GIACHI., F. NOSI Y C. MALENTACCHI. 2010. Serous cutaneous glands in *Phyllobates bicolor* (Anura: Dendrobatidae): an ontogenetic, ultrastructural study on secretory product biosynthesis and maturation. *Copeia*. 1: 27 – 37.

FORMAS, R. 1969. Histología de la piel de *Rhinoderma darwini* D y B en relación con su color y variabilidad. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*. Tomo XXIX: 153 - 163.

FASZEWKI, E Y J. KALTENBACH. 1995. Histology and lectin – binding patterns in the skin of the terrestrial horned frog *Ceratophrys ornata*. *Cell Tissue Res.* 281: 169 – 177.

FELSEMBURGH, F. A., P. G. ALMEIDA, S. P. CARVALHO Y L. BRITO-GITIRANA. 2009. Microscopical methods promote the understanding of the integument biology of *Rhinella ornata*. *Micron*. 49: 198 – 205.

FOX, H. 1983. The skin *Ichthyophis* (Amphibia. Caecilia): an ultrastructural study. *J. Zool. Lond.* 199: 223 – 248.

GONZÁLEZ, M. 1990. Estructura histológica de la mucosa lingual de la rana acuática suramericana: *Pseudis paradoxus caribensis*. *Acta cient. Venez.* 41: 97 – 105.

HASS, C., R. NUSSBAUM Y L. MAXON. 1993. Immunological insights into the evolutionary history of Caecilians. (Amphibia: Gymnophiona): relationships of the Seychellan Caecilians and a preliminary report on family – level relationships. *Herpetological Monographs*. 7: 56: 63.

HILDEBRAND, M. 1988. Anatomía y desarrollo de los vertebrados. Ediciones Orientación. S. A. de S. V. Mexico. 435 pp.

JECKEL A. M., R. A. SAPORITO Y T. GRANT. (2015). The relationship between poison frog chemical defenses and age, body size, and sex. *Frontiers in Zoology*. 12:

27. <https://doi.org/10.1186/s12983-015-0120-2>

KAMBIC, A. 2016. Características morfohistológicas y cuantitativas del tegumento de *Odontophrynus americanus* (Amphibia, Odontophrynidae). Análisis comparado en dos ambientes con diferentes niveles de perturbación. Tesis de grado. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

KOYAMA, H., T. NAGAI., H. TAKEUCHI Y S. D. HILLYARD. (2001). The spinal nerves innervate putative chemosensory cells in the ventral skin of desert toads, *Bufo alvarius*. *Cell and Tissue*. 30: 185–192. <https://doi.org/10.1007/s004410100370>

LERMIERI, A. 1988. Estudio histológico y comportamiento “in vitro” de la piel de la larva de *Pseudis paradoxus caribensis* Gallardo (Pseudidae, Amphibia). T. E. G. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. U. C. V.

LANCINI, A. 1969. Contribución al conocimiento sistemático y ecológico de *Chthonerpeton Haydee*. (Amphibia: Gymnophiona, Caecilidae). Publicaciones ocasionales de Museo de Ciencias Naturales. Caracas. 13: 1 – 7.

MANZANILLA, J. Y J. E. PÉFAUR. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Rev. Ecol. Lat. Am.* 7(1-2): 17 – 30.

MARTÍNEZ LEONES, T., M. VILORIA NARVAEZ., J. CAMACHO., R. GODOY., E. HERRERA Y R. MUÑOZ. 2004. Aspectos histológicos del intestino de *Typhlonectes venezuelensis* (Amphibia: Gymnophiona, Typhlonectidae). *Revista Científica, FCV-LUZ*. XIV (3): 237 – 243.

MARUANE, M. Y M. ROJAS. 2012. Desarrollo de la piel y sus anexos en vertebrados. *Int. J. Morphol.* 30(4): 1422 – 1433.

MASSOOD, U. Y V. NADKARNI. 1991. Morphological, histological, histochemical and annual of the cycle of the oviduct in *Ichthyophis beddomei* (Amphibia: Gymnophiona). *J. Herpetology*. 25(2): 231 – 234.

MASSOOD, U. Y V. NADKARNI. 1993. The ovarian cycle in an ovariparus gymnophione amphibian, *Ichthyophis beddomei* (Peters). *J. Herpetology*. 27(1): 59 – 62.

MASSOOD, U. Y V. NADKARNI. 1993. Morphological, histological and histochemical studies on the ovary of an ovariparus caecilian *Ichthyophis beddomei* (Peters). *J. Herpetology*. 27(1): 5: 63 - 69.

MILLS, J. AND B. PRUM. 1984. Morphology of the exocrine glands of the frog skin. *Am. J. Anat.* 171: 91 - 106

MITTAL, A. K. Y J. S. D. MUNSHI. 1971. A comparative of structure of the skin

certain air-breathing fresh-water teleosts. Zool., Lond. 163: 515 – 532.

MOODIE, G. E. 1978. Observations on the life history of the caecilians *Typhlonectes compressicauda* (Dumeril Bibrón) in the amazon base. Can. J. Zool. 56: 1005 – 1008.

MORENO – GÓMEZ, F., T. DUQUE., J. ARANGO., X. PECKAHAM Y H. ASENSIO – SANTOFIMIO. 2014. Histological description of the skin glands of *Phylllobates bicolor* (Anura: Dendrobatidae) using three staining techniques. Int. J. Morphol. 32(3): 882 – 888.

MURPHY, J., H. QUINN Y J. CAMPBELL. 1977. Observations on the breeding habits of the aquatic caecilians *Typhlonectes compressicauda*. Copeia. 1: 66 – 67.

MUHSE, E. F. 1909. The cutaneous glands of the common toads. Amer. J. Anat. 9: 321 - 359

NUSSBAUM, R. 1981. *Scolecormorphus lamottei*, a new caecilian from West Africa (Amphibia: Gymnophiona: Scolecormorphidae). Copeia. 2: 265 – 269.

Parker, H. W. 1956. Viviparous caecilians and amphibian phylogeny. Nature. 178: 250- 252.

PARSON, T. Y A. ROMER. 1981. Anatomía comparada. 5ta Edición. Edt Interamericana. Mexico. 579 pp.

RADA, D., R. BELLO Y A. IERMERI. 1995. Estudio de la piel de *Pseudis paradoxus caribensis* (Amphibia: Pseudidae). Comportamiento in vitro de la piel larval. Acta Biol. Venez. 16(1): 67 – 78.

RADA, D. Y H. FINOL. 1986. Aspectos ultraestructurales de las glándulas lumbares de *Pleurodema brachyops* (Cope) (Amphibia, Leptodactylidae). Acta Biol. Venez. 37: 287 – 292.

RAMÍREZ, M DE PÉREZ., P. RUIZ Y C. HERNÁNDEZ. 1989. Especializaciones del integumento dorsal de *Centronella acanthiodicephala* Ruiz – Cananza y Linch (Amphibia: Anura: Centronlenidae). TRIANEA. (Acta cient. Tecn.). INDERENA. 3: 105 – 128.

REMANE, A. STORCH Y U. WELSCH. 1980. Zoología sistemática. Clasificación del reino animal. Ediciones Omega. Barcelona – España. 640 pp.

ROZE, J. 1963. Una nueva especie de cecilias (Amphibia: Gymnophiona) para Venezuela. Con notas sobre los géneros *Cthonerpeton* y *Typhlonectes*. Acta Biol. Venez. 3(9): 230 – 282.

Roze, J. y H. Solano. 1963. Resumen de la familia Ceciliidae (Amphibia: Gymno-

phiona) de Venezuela. 3(17): 287 – 300.

SAMPSON, H. W., M. S. CANNON Y R. W. DAVIS. 1987. The calcified amorphous layer of the skin of *Bufo marinus* (Amphibia: Anura). *J. Zool., Lond.* 213: 63 – 69.

SEKI, T., S. KIKAYAMA Y N. YANAIHARA. 1995. Morphology of the skin glands of the crab-eating (*Rana cancrivora*). *Zool. Sci.* 12: 623 – 626.

SEVER, D. M., M. SAPARREBOOM Y G. SCHULTSCHILK. 1997. The dorsal tail tubercle of *Mertensiella caucasica* and *M. luschani* (Amphibia: Salamandridae). *J. Morphol.* 232: 93 – 105.

SULLIVAN, P. A., K. V. S. HOFF Y S. D. HILLYARD. (2000). Effects of anion substitution on hydration behavior and water uptake of the red-spotted toad, *Bufo punctatus*: is there an anion paradox in amphibian skin? *Chemical Senses.* 25: 167–172. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2010.02200>

TAYLOR, E. 1968. *The Caecilians of the World: A taxonomy review.* University of Kansas Press. Lawrence. Pp. 3 – 309.

ULRICH, W. Y V. STORCH. 1976. *Comparative animal cytology histology.* University of Washington Press. Seattle. Pp. 343.

VALENTE, S. A. M. 2014. *Morfologia do tegumento de anfíbios anuros da Mata Atlântica e sua aplicação em estudos comportamentais.* Tesis de Maestría. Minas Gerais, Brasil.

VAN DER HORST GERTHAD, J. VISSER Y L. MERWE. 1991. The ultrastructure of spermatozoon of *Thyphlonectes natans* (Gymnophiona: Typhlonectidae). *Journal of Herpetology.* 25(4): 441 – 447.

VIAL, J. 1973. *Evolutionary biology of the anurans contemporary research on major problems.* University of Missouri Press. Columbia. Pp – 43 - 47.

WAKE, M. 1974. The comparative morphology caecilian lung. *The Anatomical Record.* 178: 483.

WAKE, M. 1975. Another scaled caecilian (Amphibia: Typhlonectidae). *Herpetologica.* 31: 134 – 136.

WAKE, M. 1980. Reproduction, growth and population structure of the Central American Caecilian *Dermophis mexicanus*. *Herpetologica.* 36(3): 244 – 256.

WAKE, M. 1993. Non-traditional characters in the assessment of the caecilian phylogenetic relationship. *Herpetological Monographs.* 7: 42 – 55.

WEICHERT, C. K Y W. PRESCH. 1989. Elementos de anatomía de los cordados. Edt. McGraw-Hill. Mexico. 531 pp.

WHITEAR, M. 1975. Flask cells and epidermal dynamics in frog skin. *J. Zool., lond.* 175: 107 – 149.

WHITEAR, M. 1974. The nerves in frog skin. *J. Zool., Lond.* 172: 503 – 529.

Wiley, E. 1981. Phylogenetics. The theory and practice of phylogentic systematics. J. Wiley and Sons. New York. 439 pp.

WILKINSON, M Y R. NUSSBAUM. 2006. Caecilian phylogeny and classification. Chapter 2, Pp. 41 – 78. In: Exbrayat, J. M. (ed), Reproductive biology and phylogeny of Gymnophiona (Caecilians). Science Publishers, Enfield, NH, USA.

Young, J. 1985. La vida de los vertebrados. 4ta Edición. Ediciones Omega. Barcelona – España. 580 pp.

Zilberberg, L., J. Castanet y A. Ricgles. 1980. Structure of the dermal scales in Gymnophiona (Amphibia). *J. Morphol.* 165: 41 – 54.

Zilberberg, L. y M. Wake. 1990. Structure of the scales of *Dermophis* and *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona), and a comparison to dermal ossifications of the vertebrates. *J. Morphol.* 206: 25 – 43.