Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag. Vol. 29, Art. e2025001: 11 pp.

Caracterización ultraestructural de la piel de escamados fosoriales de las familias Amphisbaenidae, Leptotyphlopidae y Typhlopidae (Reptilia: Squamata) del nordeste argentino

Ultraestructural characterization of the skin of fosorial scales of the families Amphisbaenidae, Leptotyphlopidae and Typhlopidae (Reptilia: Squamata) from northeastern Argentina

https://zoobank.org/References/552F773E-7CE2-4F05-91A5-7134D8F1679C

Cinthia Calamante[1,*], José Augusto Ruiz García[1] & Romina Semhan[2]

[1]Laboratorio de Herpetología: FaCENA-UNNE. Av. Libertad 5470. Corrientes. Argentina.
[2]Instituto Miguel Lillo.UNT. Miguel Lillo 200-212, San Miguel de Tucumán. Argentina.
*Autora para correspondencia: cinthia.calamante@comunidad.unne.edu.ar.

Resumen.- Los escamados ápodos tienen un mayor contacto con el sustrato comparado con aquellos que poseen extremidades. Este contacto se intensifica en especies de hábitos fosoriales, donde todo el cuerpo interactúa con el suelo durante la locomoción subterránea. Aunque se han estudiado otros aspectos ecológicos y morfológicos de la fosorialidad en serpientes y anfisbénidos, aún falta información detallada sobre los cambios en estructuras críticas para el estilo de vida subterráneo, como la piel. A fin de contribuir al conocimiento a nivel morfológico y ecológico de los linajes Amphisbaenia y Scolecophidia, en este estudio se examinó con microscopía electrónica de barrido la ultraestructura de la oberhäuchen, capa más superficial de la epidermis, en cinco taxas de reptiles fosoriales ápodos, incluyendo tres especies de anfisbénidos (Amphisbaenidae) y dos especies de escolecofidios (Typhlopidae y Leptotyphlopidae). La ultraestructura de la oberhäuchen de estos escamados no muestra una marcada diversidad morfológica, condición probablemente relacionada con las similares demandas ambientales y funcionales de cada especie. Sin embargo, en este análisis se describe un nuevo morfotipo celular especie específico para un taxa de escolecofidio (*Amerothyphlops brongersmianus*).

Palabras clave: *escamas de reptil, ultraestructura, oberhäutchen.*

Abstract.- Limbless squamates have greater contact with the substrate compared to those with limbs. This contact is heightened in species with fossorial habits, where the entire body interacts with the ground during underground locomotion. Although other ecological and morphological aspects of fossoriality in snakes and amphisbaenians have been studied, detailed information is still lacking regarding changes in critical structures for the subterranean lifestyle, such as the skin. In order to contribute to the morphological and ecological understanding of Amphisbaenia and Scolecophidia lineages, this study utilized scanning electron microscopy to examine the ultraestructure of the outermost layer of the epidermis, Oberhaüchen, in five taxa of fossorial limbless reptiles. This included three species of amphisbaenians (Amphisbaenidae) and two species of scolecophidians (Typhlopidae and Leptotyphlopidae). The Oberhaüchen of these squamates does not exhibit marked morphological diversity, likely related to the similar environmental and functional demands of each species. However, this analysis describes a new species-specific cellular morphotype for a scolecophidian species. (*Amerothyphlops brongersmianus*).

Key words: *reptile scales, ultraestructure, oberhäutchen*

Los reptiles fosoriales (Squamata) han desarrollado especializaciones para la vida subterránea, incluyendo modificaciones morfológicas y estructurales en la piel. Dentro de este grupo, los Amphisbaenia y los Scolecophidia destacan por su morfología altamente especializada. Los Amphisbaenia incluyen alrededor de 203 especies distribuidas en las familias Blanidae, Amphisbaenidae, Bipedidae, Rhineuridae, Trogonophiidae y Cadeidae (Uetz *et al*., 2025). En Argentina, la familia Amphisbaenidae tiene una amplia distribución en el nordeste del país, con

Editor responsable: Nicolás I. Martínez Torres* / Recibido: 20.viii.2024 / Aceptado: 6.xi.2024 / Publicado online: 28.ii.2025
*Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay, Sucursal 1 Campus UNA, 111421 CDP, Central XI, San Lorenzo, Paraguay.

1680-4031/2025 Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

tres géneros y once especies reconocidas (Abdala *et al*., 2012; Ribeiro *et al*., 2015; Cacciali *et al*., 2016). Por otro lado, los Scolecophidia, representados por 478 especies distribuidas en las familias Anomalepididae, Leptotyphlopidae, Xenotyphlopidae, Gerrhopilidae y Typhlopidae (Uetz, P., *et al*. 2025. The Reptile Database). Esta última familia tiene una distribución casi global, mientras que Leptotyphlopidae está más restringida a regiones de Asia, África y América del Sur.

La epidermis de los Squamata es única entre los amniotas debido a la presencia de capas con diferentes tipos de queratina. Las capas profundas contienen α queratina, mientras que las superficiales están compuestas por β queratina, una proteína exclusiva de reptiles y aves (Maderson, 1985; Chang *et al*., 2009; Panakova & Szalai, 2014). La superficie externa de la capa de β queratina, conocida como oberhäutchen (Maderson, 1965), está en contacto directo con el medio y es fundamental para una vida exitosa en el entorno terrestre. Actúa como barrera en la piel que limita la pérdida de agua por transpiración y proporciona protección contra la abrasión y la penetración de la radiación solar (Maderson, 1965; Ruibal, 1968). Esta capa también fue el foco de atención en el análisis ultraestructural de las escamas epidérmicas debido a su complejidad estructural y su importancia funcional (Irish *et al.,* 1988) y a que es la única que presenta un patrón de esculturación y ornamentaciones complejas que varían entre especies, siendo clave en estudios evolutivos y taxonómicos (Ruibal, 1968; Stewart & Daniel, 1973, 1975; Price, 1982; Peterson, 1984). Estas ultraestructuras pueden observarse con detalle mediante microscopía electrónica de barrido (Cole & Van Devender, 1976).

Los patrones morfotípicos (o "morfotipos", término utilizado en este trabajo siguiendo la terminología de Price (1982), que se refiere a las distintas formas celulares de la oberhäutchen que delimitan diferentes zonas o regiones de las escamas), los bordes y uniones celulares, microestructura y presencia de microornamentaciones muestran una variación de caracteres utilizados en estudios evolutivos del análisis de la micromorfología de la superficie de las escamas (Gower, 2003).

Desde los años 70, estudios sobre la ultraestructura de la piel de Squamata fosoriales han explorado la relación entre los patrones de las escamas y el ambiente. Blaney (com. pers. en Price, 1982) sugirió que estas configuraciones podrían estar relacionadas con el hábitat, hipótesis respaldada por Gans & Baic (1977) al analizar escamas de uropéltidos. Para los Scolecophidia y Amphisbaenia, hay pocos antecedentes sobre el tema. Entre ellos se pueden mencionar los análisis de Smith *et al*. (1982) en especies como *Amerotyphlops reticulatus* y *Leptotyphlops dulcis*. Irish *et al*. (1988) quien estudió la ultraestructura de las escamas de *Loveridgea ionidesi* y más recientemente, Pauwels *et al*. (2000), Allam & Abo-Eleneen (2012) y Tsai *et al*. (2020) que analizaron la microestructura en especies como *Indotyphlops braminus* y *Diplometopon zarudnyi*, concluyendo que las configuraciones epidérmicas están adaptadas a los hábitats y estilos de vida. Sin embargo, al igual que Pauwels *et al*. (2013) destacaron la necesidad de ampliar estos estudios para clasificar patrones morfotípicos y confirmar las hipótesis sobre adaptaciones específicas.

Con base en este contexto, el propósito de este estudio fue describir, mediante observaciones al microscopio electrónico, la ultraestructura de las escamas de reptiles de hábitos fosoriales, específicamente de los grupos Amphisbaenia y Scolecophidia presentes en el nordeste argentino.

Materiales y métodos

Se analizó la microestructura de las escamas de diecisiete especímenes adultos de las familias Amphisbaenidae, Leptotyphlopidae y Typhlopidae (Anexo I): tres de *Amphisbaena heterozonata* (Duméril & Bibron, 1839), cuatro de *Amphisbaena mertensii* (Strauch, 1881), dos

de *Leposternon microcephalum* (Wagler, 1824), dos de *Epictia albipuncta* (Burmeister, 1861) y siete de *Amerotyphlops brongersmianus* (Vanzolini, 1976) (Fig. 1). Las muestras analizadas provienen de ejemplares pertenecientes a la Colección Herpetológica "Blanca Beatriz Alvarez" de la Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes (UNNEC), Argentina.

Se extrajeron manualmente las escamas cefálicas (series dorsal, lateral y ventral), así como las escamas dorsales y ventrales de la región media del cuerpo, las cuales se desprenden fácilmente solo con una pinza de punta fina. Las muestras se trataron con xilol al 100% para eliminar residuos. Posteriormente, se adhirieron a un porta muestras de aluminio con un trozo de cinta engomada (doble faz) y se les aplicó una vaporización de sales de oro en una cámara de vacío. Las escamas se observaron y fotografiaron a diferente aumento, comprendidas entre 1000× y 15000×, utilizando un microscopio electrónico de barrido Jeol 5800 LV, que forma parte del Servicio de Microscopía Electrónica de la Secretaría General de Ciencia y Técnica (SGCYT) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina.

Resultados

La ultraestructura de la superficie de las escamas no varió significativamente en las distintas regiones del cuerpo, los patrones observados en las escamas cefálicas no difirieron en comparación con los hallados en las escamas dorsales y ventrales del tronco, entre las que tampoco se encontraron diferencias ultraestructurales (Tabla 1). Sin embargo, se halló en las escamas dorsales de *Amerotyphlops brongersmianus*, un morfotipo al cual hemos llamado "romboidal", que se diferenció no solo de los patrones morfotípicos observados en las otras regiones del cuerpo y

Figura 1. Hábito de las especies estudiadas. **A)** *A. heterozonata.* **B)** *A. mertensi.* **C)** *L. microcephalum.* **D)** *A. brongersmianus*. **E)** *E. albipuncta*. **A-C)** Fotos de Romina Semhan. **D-E)** Fotos de Víctor Zaracho].

Tabla 1. Morfotipos ultraestructurales distribuidos por taxones y región del cuerpo.

Taxón / serie de escamas	Morfotipos				
	Verrugoso	Lamelar	Braquilamelar	Poligonal yuxtapuesto	Rombolidal
Amerotyphlops brongersmianus					
Serie cefálica					
Serie dorsal del cuerpo					
Serie ventral del cuerpo					
Epictia albipuncta					
Serie cefálica					
Serie dorsal del cuerpo					
Serie ventral del cuerpo					
Amphisbaena mertensii					
Serie cefálica					
Serie dorsal del cuerpo					
Serie ventral del cuerpo					
Amphisbaena heterozonatta					
Serie cefálica					
Serie dorsal del cuerpo					
Serie ventral del cuerpo					
Leposternon microcephalum					
Serie cefálica					
Serie dorsal del cuerpo					
Serie ventral del cuerpo					

de los hallados en las restantes especies aquí descritas, sino que tampoco ha sido descripto en otros taxa de escamados.

Las fotomicrografías de la oberhaütchen mostraron particularidades de su microanatomía comunes a la mayoría de las escamas de las cinco especies, como la regionalización de la superficie dorsal de las mismas, marcada por un gradiente, en sentido próximo-distal, de patrones ultraestructurales representados por dos morfotipos celulares: *verrugoso,* ubicado en la zona de la bisagra de la escama, caracterizado por células originalmente subpoligonales yuxtapuestas con micoornamentaciones en forma de protuberancias que les confieren un aspecto verrugoso (Fig. 2a). Seguido a este se observó un nuevo morfotipo *lamelar imbricado*, representado por células cuyo ancho es al menos diez veces mayor a su longitud y su margen distal liso o denticulado, se sobrepone sobre el borde basal de la célula más próxima (Fig. 2b). Este morfotipo puede delimitar una zona basal, como se observó en las escamas de la mayoría de las especies analizadas, o cubrir toda la superficie dorsal de las escamas, como en las escamas dorsales del cuerpo de *Epictia albipuncta.* (Fig. 2c).

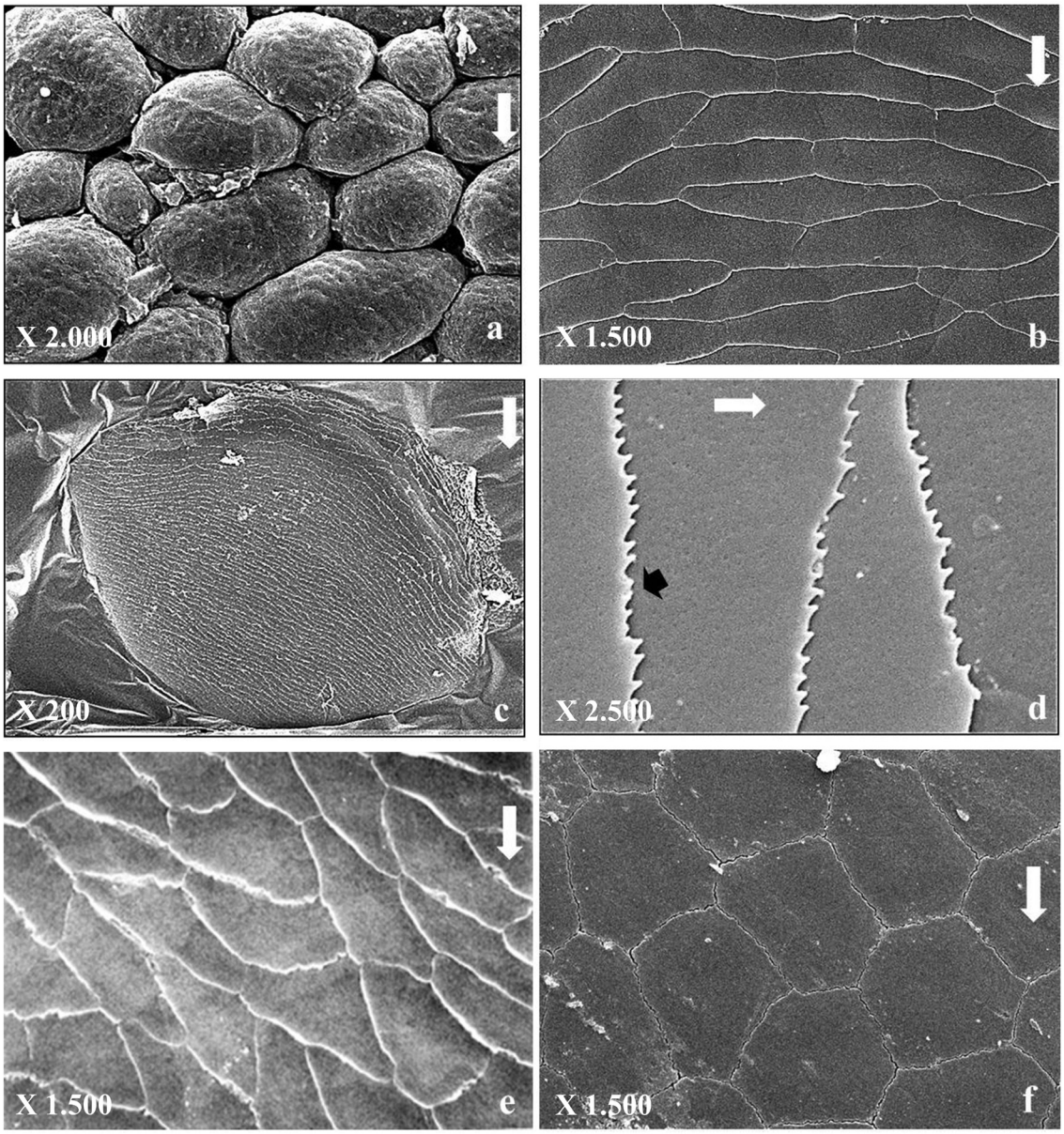

Figura 2. Microfotografías de barrido electrónico del tegumento. **a)** Morfotipo verrugoso en escama dorsal de *E. albipuncta.* **b)** morfotipo lamelar en la zona basal de una escama infralabial de *A. heterozonata.* **c)** morfotipo lamelar cubriendo toda la superficie de una escama dorsal de *E. albipuncta.* **d)** detalle de los márgenes celulares con denticulaciones en *E. albipuncta*. **e)** morfotipo braquilamelar en una escama de la serie cefálica lateral de *A. mertensii.* **f)** morfotipo poligonal yuxtapuesto en escama parietal *A. mertensii.* Las flechas blancas indican la dirección basal-apical de las células de la escama. Las flechas negras indican los bordes celulares.

Al examinar a diferentes magnificaciones las escamas cefálicas dorsales y las escamas dorsales y ventrales del cuerpo, se observaron distintos morfotipos que cubren la superficie apical y que fueron identificados como:

- Morfotipo lamelar imbricado: representado por células de forma lamelar, cuyo alto cabe más de tres veces en su ancho y su margen distal puede ser liso, como el hallado en las escamas de la serie

lateral de la cabeza (infralabiales) de *Amphisbaena. heterozonata,* (Fig. 2b) o poseer proyecciones cortas a modo de "dientes cónicos“, como el encontrado en las escamas dorsales del cuerpo de *Epictia albipuncta y Amerotyphlops brongersmianus* (Fig. 2d).

- Braquilamelar: constituido por células de tipo lamelar imbricado, cuyo alto no cabe más de tres veces en su ancho, con márgenes distales, son lisos, como las halladas en las escamas labiales (serie cefálica lateral) y ventrales del cuerpo en *Amphisbaena mertensi* (Fig. 2e).
- Poligonal yuxtapuesto: consistente en células poligonales planas con márgenes yuxtapuestos, esculpidas con nanofositas que cubren toda su superficie, como las halladas en las escamas cefálicas de *A. heterozonata*, *A. mertensi* y *Leposternon microcephalum* (Fig. 2f).
- Romboidal: organizado en células con forma de rombos, cuyos márgenes distales imbricados poseen prolongaciones de similar longitud, dispuestas en paralelo a modo de flecos, hallado únicamente en la región apical de las escamas dorsales de *A. brongersmianus* (Figs. 3a y 3b).

En todos los casos las superficies celulares se observaron esculturadas con pequeñas fositas de tamaño y profundidad variable (Figs. 3c

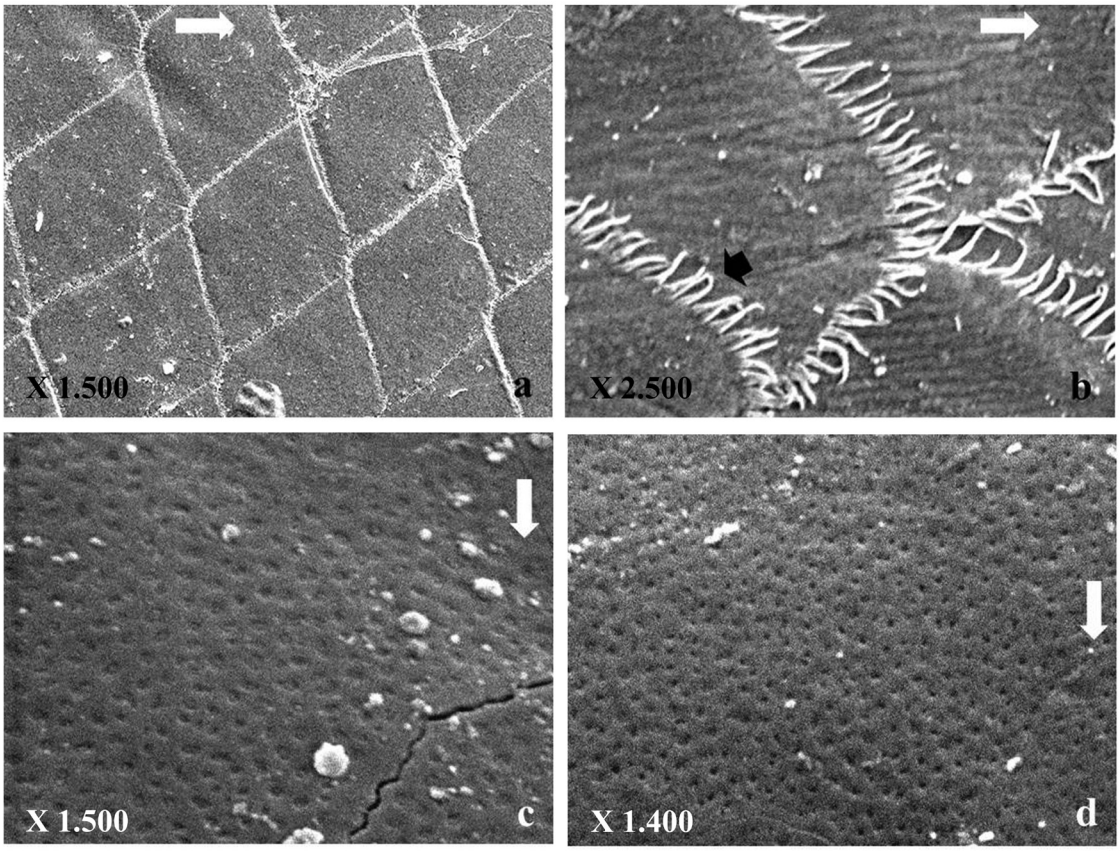

Figura 3. Microfotografías de barrido electrónico del tegumento. **a)** Morfotipo romboidal en región apical de escamas dorsales de *A. brongersmianus.* **b)** detalle de los márgenes distales con proyecciones a modo de flecos. **c)** superficie *“cribosa”* en escama cefálica dorsal de *A. heterozonata*. **d)** variación de este patrón en escamas ventrales del tronco. Las flechas blancas indican la dirección basal-apical de las células de la escama. Las flechas negras indican los bordes celulares.

y 3d) y densamente distribuidas sobre toda la superficie celular.

Discusión y conclusiones

La *oberhaütchen* de las cinco especies estudiadas no exhibió una alta diversidad morfológica en sus patrones morfotípicos. Los tres taxa de anfisbénidos analizados presentan una morfología general similar y consistente con las pocas observaciones previas sobre este grupo, como las de Irish *et al.* (1988), quienes detallaron la microestructura de un anfisbénido africano *L. ionidesi* (Amphisbaenidae) describiendo sus células como superficies casi lisas o sutilmente esculturadas por "fositas", que en muchos casos se hallaron obstruidas por la acumulación de finas partículas de suciedad.

Más recientemente, Allam *et al*. (2016) se centraron en determinar las adaptaciones de la estructura superficial de la piel a la selección de microhábitat, utilizando imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM) para describir las escamas de *Diplometopon zarudnyi* (Trogonophiidae) y compararlas con las de serpientes escolecofidias, señalando que la piel de *D. zarudnyi* es muy distinta a la de las especies de serpientes fosoriales incluidas en su estudio. Atribuyendo esta diversidad morfológica a diferentes demandas ambientales y funcionales de estos reptiles, concluyeron que la configuración morfológica de la piel de estos taxa es producto de la adaptación a su hábitat y estilo de vida.

Es importante destacar que las conclusiones de estos investigadores se basaron en análisis histológicos de las distintas capas que conforman la piel de los escamados, en lugar de observaciones y análisis directos de la superficie externa de la oberhäutchen que es la capa microscópicamente esculpida y mediante la cual se describe la ultraestructura de las escamas epidérmicas.

En la misma obra, Allam *et al*. (2016), describieron la microestructura de las escamas cefálicas de *Ramphotyphlops braminus*, (Typhlopidae) como una estructura en zigzag, carácter compatible con lo que nosotros distinguimos en scolecophidios. Advierten además que la superficie de las escamas del cuerpo parecía lisa, aunque a altas magnificaciones mostraba grandes surcos. Las escamas de la cola eran similares a las de la cabeza, aunque destacaron que la microestructura de las escamas de la cabeza, tronco y cola no era la misma.

Contrariamente a sus resultados, nuestras observaciones se aproximan más a las realizadas por Gower (2003), quien examinó las escamas de más de una veintena de especies de serpientes fosoriales entre las que se encontraban *Leptotyphlops macrolepis* (Leptotyphlopidae), *Liotyphlops ternetzi* (Anomalepididae) *y Typhlops mirus* (Typhlopidae) (una especie de cada familia de Scolecophidia hasta ese momento), según sus observaciones ninguna de las tres familias mostraron variaciones intraespecíficas en las escamas de la región media del cuerpo, en *L. macrolepis y L. ternetzi* las células tienen forma de "cordones" con bordes posteriores superpuestos con denticulaciones cortas, patrón que se mantuvo uniforme en todos los escolecofidios, ya que en *T. mirus* observó células subpoligonales (células poligonales más redondeadas) con bordes yuxtapuestos y sin denticulaciones. Nuestras observaciones y análisis de los escolecofidios soportan estos resultados. En términos generales todas las células que conforman la oberhäutchen eran planas sin características superficiales notables, salvo por los márgenes celulares posteriores denticulados en algunos casos o las superficies celulares sutilmente texturadas con pequeñas fosetas de tamaño, profundidad y densidad variable cubriendo las células.

Mientras *Epictia albipuncta* (Leptotyphlopidae) exhibió un morfotipo lamelar de manera regular en las escamas del todo el cuerpo, *Amerotyphlops brongersmianus* (Typhlopidae) presentó cierta variación morfotípica al ostentar otros dos morfotipos celulares como el braquilamelar, que coincide con la descripción de Pauwels *et al*. (2000) para *R. braminus*

(Typhlopidae) y el morfotipo romboidal, patrón ultraestructural del cual no hallamos evidencias de registros anteriores en otra especie. En este sentido estas apreciaciones le dieron relevancia a este carácter como una herramienta taxonómica, más bien que como un indicador ecológico, tal como lo destaca Price (1982).

En los años 70` Blaney (com. pers. en Price, 1982) propuso especialmente para especies de hábitos fosoriales una correlación entre patrones microestructurales y factores ecológicos. A este respecto se observó que tanto linajes primitivos de serpientes scolecophidios (Gower, 2003) como de linajes más derivados, aniliodeos (*Anilus*) (Pice & Kelly, 1989; Gower, 2003) comparten ciertos caracteres ultraestructurales como células planas con márgenes distales ligeramente imbricados y de superficies relativamente lisas, sin microornamentaciones complejas, sugiriendo entonces que estas cualidades están correlacionadas con los hábitos subterráneos, ya que ayudarían a reducir la fricción durante la locomoción en los túneles o galerías, facilitando además el desprendimiento de la suciedad del tegumento durante la muda (Gans & Baic, 1977; Gower, 2003).

Por otra parte nuestros resultados también se ajustan a las predicciones de Gower (2003) para animales fosoriales y ápodos, ya que la ultraestructura no varió en las escamas del cuerpo, al menos hasta su región basal y apical, donde las escamas dorsales del cuerpo de *A. brongersmianus* exhibieron un morfotipo distinto al del resto de las escamas. Además la ultraestructura fue conservativa dentro del grupo de especies fosoriales, de modo que las escamas fueran generalmente suaves para reducir así la fricción y eliminar suciedades. Y por último las similitudes en las pocas y menores variaciones en la ultraestructura entre taxones de las especies seleccionadas pueden atribuirse a una ascendencia común o a sus preferencias de hábitos compartidos.

En conclusión, si bien los taxa de anfisbénidos examinados, no exhiben diferencias relevantes que permitan una certera identificación a nivel genérico o específico, porque comparten caracteres ultraestructurales muy similares, esto podría atribuirse a que los caracteres ultraestructurales de la oberhäutchen son conservativos a altos niveles taxonómicos (Peterson, 1984); nuestras observaciones en escolecofidios se destacan como indicios de que los patrones nanoestructurales reflejan relaciones filogenéticas.

No obstante dado que la ausencia de una microestructura superficial pronunciada promueve el deslizamiento, este estudio fortalece también la idea de que la configuración morfológica de la piel de estos escamados fosoriales se adapta a su hábitat y estilo de vida. Sin embargo es necesario evaluar la ultramorfología de la piel de más escamados fosoriales para confirmar las observaciones de este estudio.

Agradecimientos

A la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes-Argentina), por el financiamiento del Proyecto de Investigación dentro del cual se desarrolló este trabajo.

En el marco de la presente investigación biológica, queremos enfatizar que se han seguido rigurosamente todas las regulaciones, normativas éticas y legales pertinentes para garantizar el trato ético y humanitario de todos los animales utilizados en el estudio. Nuestra dedicación a la integridad científica se refleja en el cumplimiento estricto de las directrices establecidas por organismos reguladores y comités éticos.

Literatura

Abdala, C.S., Acosta, J.L., Acosta, J.C., Álvarez, B.B., Arias, F., Avila, L. J., & Zalba, S. M. (2012). Categorización del estado de conservación de las lagartijas y anfisbenas de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 26: 215–248.

Allam A.A, & Abo-Eleneen, R.E. (2012). Scales microstructure of snakes from the

Egyptian area. *Zoological Science*, 29: 770–775

Allam, A.A. & Abo-Eleneen, R.E. (2012). Scales microstructure of snakes from the Egyptian area. *Zoological Science*, 29(11): 770–775.

Allam, A.A., Daza, J.D. & Abo-Eleneen, R.E. (2016). Histology of the skin of three limbless squamata dwelling in mesicand arid environments. *Anatomical Record*, 299: 979–989.

Arrigo, M.I., Vilaca, L.M.D.O., Fofonjka, A., Srikanthan A.N., Debry, A. & Milinkovitch, M.C. (2019). Phylogenetic mapping of scale nanostructure diversity in snakes. *BMC Evolutionary Biology*, 19: 91.

Cacciali, P., Scott, N.J., Aquino Ortíz, A.L., Fitzgerald, L.A. & Smith, P. (2016). The reptiles of Paraguay: literature, distribution, and an annotated taxonomic checklist. *University of New Mexico Museum of Southwestern Biology Special Publications*, 11: 1–373.

Chang, C., Ping, W., R. Baker,E. Maini, P.K., Alibardi, L. & Cheng-Chuong, C. (2009). Reptile scale paradigm: Evo-Devo, pattern formation and regeneration. *International Journal of Developmental Biology*, 53: 813–826.

Cole, C.J. & Van Devender, T.R. (1976). Surface structure of fossil and recent epidermal scales from North American lizards of the genus Sceloporus (Reptilia, Iguanidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 156(4): 451–514.

Gans, C. & Baic,D. (1977). Regional specialization of reptilian scale surfaces: relation of texture and biologic role. *Science*, 195: 1348–1350.

Gower, D.J. (2003). Scale microornamentation of uropeltid snakes. Journal of Morphology, 258: 249-268.

Irish, F.J., Williams, E.E. & Seling, E. (1988). Scanning electron microscopy of changes in epidermal structure occurring during the shedding cycle in squamate reptiles. *Journal of Morphology*, 197: 105–126

Kley, N.J. (2001). Prey transport mechanisms in blindsnakes and the evolution of unilateral feeding systems in snakes. *American Zoologist*, 41(6): 1321–1337.

-Maderson, P.F.A. (1965). The structure and development of the squamate epidermis: Pp. 129-153, *in* Lyne, A.G., Short, B.F. (Eds.). *Biology of the skin and hair growth*. Sydney: Angus and Robertson. xii + 520 pp.

Maderson, P.F.A. & Alibardi, L. (1985). The Development of the Sauropsid Integument: A Contribution to the Problem of the Origin and Evolution of Feathers. *American Zoologist*, 40(4): 513–529.

Montero, R. & Autino, A.G. (2018). *Sistemática y filogenia de los vertebrados, con énfasis en la fauna argentina*. (3rd ed.). San Miguel de Tucumán: Editorial independiente. 627 pp.

Panakova, L. & Szalai, K. (2013). Surface, barrier, and interface zone: Comparative aspects of the skin. Pp. 103-117, *in* Jensen-Jarolim, E. (Ed.). *Comparative Medicine: Anatomy and Physiology*. Vienna: Springer Vienna. ix + 300 pp.

Pauwels O.S.G., David, P., Maderson, P.F.A, Dereck, W. & Kumps, C. (2000). Dorsal scale microstructure of *Xenopeltis unicolor* (Serpentes, Xenopeltidae): description and position among the ophidian microdermatoglyphic patterns. *Dumerilia*, 4(2): 99–100

Pauwels, O.S.G. (2013). The status of the dorsal snake scale lophate microdermatoglyphic pattern. *Hamadryad*, 36(2): 171–174.

Peterson, J.A. (1984). The microstructure of the scale surface in iguanid lizards. *Journal of Herpetology*, 18: 437–467.

Price, R.M. (1982). Dorsal snake scale microdermatoglyphics: ecological indicator or taxonomic tool? *Journal of Herpetology*,

16: 294–306.

Price, R. & Kelly, P. (1989). Microdermatoglyphics: basal patterns and transition zones. *Journal of Herpetology*, 23: 244–261.

Ruibal, M. (1968). The ultrastructure of the surface of lizard scales. *Copeia*, 1968: 698-704.

Smith, H.M., Duvall, D., Graves, B.M. Jones,R.E & Chiszar, D. (1982). The function of squamate epidermatoglyphics. *Bulletin of the Philadelphia Herpetological Society*, 30: 3–8.

Stewart, G.R. & Daniel, R.S. (1973). Scanning electron microscopy of scales from different body regions of three lizard species. *Journal of Morphology*, 139(4): 377–388.

Stewart, G.R. & Daniel, R.S. (1975). Microornamentation of lizard scales: come variations and taxonomic correlations. *Herpetologica*, 31: 117–130.

Tsai, T.S., Wang, S.H., Mao, J.J., Chan,Y.Y., Lee, Y.J., Fan, Z.Y., Hung, K.H., Wu,Y.H. & Lin, T.E. (2020). Species Identification of Shed Snake Skins by Scanning Electron Microscopy, with Verification of Intraspecific Variations and Phylogenetic Comparative Analyses of Microdermatoglyphics. *Herpetological Monographs*, 34: 178–207.

Uetz, P., Freed, P., Aguilar, Reyes, F. & Hošek. J. (eds.). (2025). *The Reptile Database*. [Consulted: 2.x.2024]. <http://www.reptile-database.org>.

Anexo I. [Página siguiente].

Material de la Colección Herpetológica "Blanca Beatriz Alvarez" de la Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina, utilizados en este estudio. Incluye número UNNEC de colección, determinación específica, procedencia, fecha de colección y colectores.

UNNEC	Familia	Género	Especie	Localidad	Provincia	País	Latitud	Longitud	Colector	Núm Campo	Sexo	Observaciones
000338	Typhlopidae	*Amerotyphlops*	*brongersmianus*	Villa Olivari	Corrientes	Argentina	-27º37’59”	-56º54’13”	Arbino/Laffont			
000372	Typhlopidae	*Amerotyphlops*	*brongersmianus*	Ea. Santa Teresa	Corrientes	Argentina	-29º16’37”	-58º41’38”	Álvarez & Col.			
001033	Amphisbaenidae	*Leposternon*	*microcephalum*	Pto. Tirol	Chaco	Argentina	-27º22’48”	-59º05’15”	Bergna, Sara			Ex 492. Perdido.
001041	Amphisbaenidae	*Amphisbaena*	*heterozonata*	General San Martín	Chaco	Argentina	-26º32’02”	-59º21’21”	Céspedez/Lions			Ex 867
004595	Typhlopidae	*Amerotyphlops*	*brongersmianus*	Pje. La Pirámide	Chaco	Argentina	-25º43’07”	-61º42’42”	Aguirre/ Avalos,A./ Hernando/Lions			
007016	Amphisbaenidae	*Amphisbaena*	*mertensi*	Posadas	Misiones	Argentina	-27º21’37”	-55º54’01”	Chávez, Hugo			
007017	Amphisbaenidae	*Amphisbaena*	*mertensi*	Posadas	Misiones	Argentina	-27º21’37”	-55º54’01”	Chávez, Hugo			
007682	Typhlopidae	*Amerotyphlops*	*brongersmianus*	Ea. Rincón del Diablo	Corrientes	Argentina	-28º44’58”	-58º02’16”	Aguirre/Álvarez/ Céspedez/ Sandoval			
007886	Typhlopidae	*Amerotyphlops*	*brongersmianus*	Ea. Yacaré	Corrientes	Argentina	-28º45’00”	-58º03’00”	Aguirre/Álvarez/ Céspedez			
007887	Typhlopidae	*Amerotyphlops*	*brongersmianus*	Ea. Yacaré	Corrientes	Argentina	-28º45’00”	-58º03’00”	Aguirre/Álvarez/ Céspedez			
007889	Amphisbaenidae	*Amphisbaena*	*heterozonata*	Resistencia	Chaco	Argentina	-27º27’06”	-58º59’08”	Arbino, Manuel O.		macho	Cariotipo 157. Determinar especie.
007893	Amphisbaenidae	*Leposternon*	*microcephalum*	ND	ND	Argentina						
008021	Typhlopidae	*Amerotyphlops*	*brongersmianus*	Corrientes	Corrientes	Argentina	-27º28’07”	-58º50’22”	Klein/RuizGarcía			En frente al Club Huracán.
009552	Amphisbaenidae	*Amphisbaena*	*mertensi*	Rva. Nat. Prov. Rincón Santa María	Corrientes	Argentina	-27º31’56”	-56º38’02”	Calamante/ Semhan		macho	Hemipenes evertidos.
009604	Amphisbaenidae	*Amphisbaena*	*heterozonata*	Ituzaingó	Corrientes	Argentina	-27º35’24”	-56º41’22”	Semhan, Romina			
10411	Leptotyphlopidae	*Epictia*	*albipuncta*	Yofre	Corrientes	Argentina			Zaracho, Victor			
8933	Leptotyphlopidae	*Epictia*	*albipuncta*	Yofre	Corrientes	Argentina			Zaracho, Victor			