

LA PIEL EN RHACODACTYLUS. FORMACIÓN DEL COLOR.

En los **reptiles**, la piel es principalmente **escamosa**. Esto se debe a que el origen de las escamas en vertebrados se encuentra en sus antepasados marinos: los peces, los cuales presentan las escamas recubriendo casi la totalidad del cuerpo, y son fácilmente desprendibles. Su función evolutiva más importante en los reptiles es servir de **aislamiento del medio externo y retención de la humedad**. Las escamas han dado lugar posteriormente a las plumas en las aves y al pelo en los mamíferos. Tanto en los mamíferos como en los reptiles está dividida en dos capas:

1) La **epidermis** es la zona externa de la piel y se caracteriza por estar revestida de queratina. Está compuesta de capas superpuestas de células muy delgadas y planas. Estos **queratinocitos** se van compactando o **queratinizando** a medida que se van acercando a la superficie de la piel hasta quedar sin riego sanguíneo y morir. Esta capa de células muertas, en contacto con el exterior, se renueva totalmente en un proceso llamado ecdisis o muda.

Durante la muda, la mitosis (creación de nuevas células a partir de su división) provoca que nuevas células se trasladen hasta la zona intermedia de la epidermis y que las células viejas sean empujadas hasta la capa superior. En algunos reptiles, como por ejemplo varanos o cocodrilos, puede haber pequeños huesos externos llamados **osteodermos**, formados por múltiples capas de piel queratinizada y compactada.

2) La **Dermis** se encuentra justo debajo de la **epidermis** y es la capa de la piel donde se generan nuevas células epiteliales. En ella se encuentran vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas... También encontramos unas células especializadas llamadas **células pigmentarias** o **cromatóforos**, que son las que dan color a nuestros geckos. Actualmente se distinguen hasta la fecha los siguientes tipos:

- **Xantóforos** (amarillo)
- **Melanóforos** (negro/marrón)
- **Eritróforos** (rojo)
- **Iridóforos** (iridiscente)
- **Cianóforos** (azul: no se han descrito en rhacodactylus)
- **Leucóforos** (blanco: no se han descrito en reptiles)

TIPOS DE CROMATÓFOROS

1) Xantóforos y Eritróforos

Los **Xantóforos** son vesículas celulares que almacenan progresivamente gran cantidad de pigmentos amarillos.

Cuando los **Xantóforos** almacenan pigmentos rojos/naranjas del tipo de los carotenoides, se denominan **eritróforos**. También pueden llegar a encontrarse en la misma célula pigmentos amarillos y rojos, lo que amplía en gran medida el abanico de colores que puede observarse, dependiendo de la proporción existente entre los pigmentos. Esta combinación es muy común en las células de la especie *R. ciliatus*, y de ahí nacen ejemplares *Red, Orange, Yellow...*

Los **carotenoides** (sustancia roja que se almacena en los **eritróforos**) son metabolizados a partir de los alimentos ingeridos en la dieta. Por lo tanto, se dice que un alto aporte de carotenos (frutas, verduras, semillas...) en la alimentación de los *Rhacodactylus* debería desarrollar una coloración más roja/naranja y una intensidad mayor en la edad adulta, según el ejemplar va creciendo y almacenando estos pigmentos presentes en la dieta.

2) Melanóforos

Contienen **eumelanina**, un tipo de **melanina de color negro o marrón** oscuro debido a su gran capacidad para absorber la mayoría de las longitudes de onda de la luz. Se encuentra en el interior de unas vesículas denominadas **melanosomas**, las cuales se distribuyen por toda la piel (dermis) de los reptiles. La enzima clave en la síntesis de melanina es la **tirosinasa**. Si esta enzima se encuentra ausente, la melanina no puede sintetizarse y esto desemboca en diversos tipos de amelanismo.

De ahí que un defecto genético, en los mamíferos principalmente (la ausencia del tiroideo), presente individuos **albinos** (por la falta total de melanina). En *Rhacodactylus* esta ausencia no se da de forma natural, por lo que las probabilidades de encontrar ejemplares albinos o amelanísticos es casi imposible. Otro aspecto curioso en los **melanocitos** es que a veces éstos pueden sintetizar pigmentos **amarillos/verdes**. En este caso las células son denominadas **feomelaninas**.

3) Iridóforos (Guanóforos)

Son pigmentos celulares también llamados **guanóforos** por estar creados a partir de la **guanina**, sustancia cristalina extremadamente reflectora de la luz, con un 98-99% de eficacia reflectante. Este nivel de reflexión es de los más altos que se conocen en la naturaleza.

Cuando la radiación solar incide sobre la piel de los reptiles, la **guanina** descompone la luz como si fuera un prisma, debido a la difracción que sufren los rayos de luz al atravesar la pila de láminas que la componen, pero en vez de descomponerse en un típico arco-iris, ciertas **longitudes de onda** son absorbidas y otras intensificadas. Debido a esta característica se generan brillos especiales (como los colores **metalizados** en ciertos peces) e **iridiscencias** como los de la boa arco-iris brasileña, *Epicrates cenchria*, ya que por suerte se muestran en longitudes de onda que el ojo humano percibe.

El color azul de los seres vivos, incluidos los reptiles, se deben a la presencia de **guanina**, ya que no hay pigmentos azules en la naturaleza; son todos "trucos" de refracción de la luz, desde el del *pez cirujano* (*Paracanthurus hepatus*) hasta el del *camaleón nosy-be* (*Furcifer Pardalis*).

La orientación de los **esquemocromos** (elementos o láminas que componen los iridóforos) determinará la naturaleza del color observado, de ahí que ciertos *Rhacodactylus* cambien aparentemente de color al usar, por ejemplo, un flash de cámara o simplemente al cambiarles de ángulo respecto a un foco de luz. Algunas especies como *R. chahoua* y *R. leachianus* poseen una variación en sus **iridóforos**, llamados **biocromos**, que consiguen dar lugar a la producción de colores **azulados o verdosos**.

4) Cianóforos

Estas células pigmentarias no existen en *Rhacodactylus*, según bibliografía existente, de ahí que no se pueda de forma natural o por cruce, conseguir selectivamente ejemplares predominantemente **azulados**. Este pigmento además, encontrado en el interior de vesículas en al menos dos especies de pez de la familia *Callionymidae* en 1995, es muy poco común en el reino animal, razón por la cual la mayoría de los colores azules estudiados hasta el momento son **esquemocromáticos**, es decir, que aparecen mediante la difracción de la luz y no por tener un componente pigmentario.

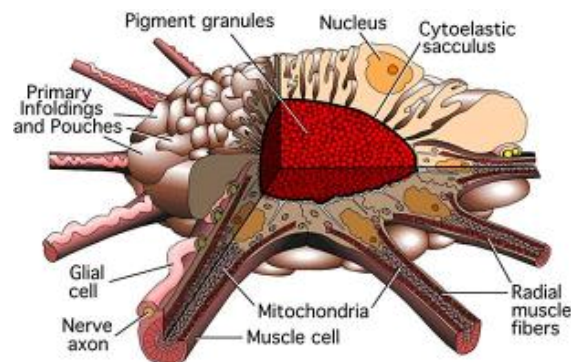
En casos especiales, la **melanina** (responsable del color negro) profundiza en la piel, de modo que la luz atraviesa la dermis hasta el interior y regresa a la superficie, pudiendo de ese modo observarse pigmentos azules originados por reflexión en los melanóforos.

5) Leucóforos

Son plaquetas reflectantes de luz que se encuentran en ciertos peces óseos. No se han descrito en Reptiles, según bibliografía.

DESARROLLO DE LOS CROMATÓFOROS

Durante el desarrollo embrionario (huevo) de los reptiles, los **cromatóforos** se generan en la **cresta neural**, que son un par de franjas de células incipientes en los márgenes del **tubo neural** (futura espina dorsal, cerebro...). Estas células presentan la capacidad de migrar largas distancias, lo que permite que los **cromatóforos** lleguen y se establezcan en diferentes órganos del cuerpo, entre los que cabe destacar la piel, los ojos, las orejas y el cerebro.



Y es por este origen neuronal de los cromatóforos por lo que entiende que los *Rhacodactylus* (y otros reptiles) pueden **cambian la intensidad del color de su piel ante fenómenos psíquicos** como el estrés o una mayor/menor actividad neuronal (caza, descanso, defensa...). Estas afirmaciones han de ser consensuadas por los investigadores de una forma más homogénea, pero es al menos un nuevo camino de investigación apasionante.

MOVILIDAD PIGMENTARIA

La capacidad de *translocar* los pigmentos en el interior de los **cromatóforos** es común en diversas especies de reptiles, incluidos los Rhacodactylus, aunque de forma más lenta y menos consciente que el género *Chamaeleo*, por ejemplo.

Este movimiento del pigmento es el que ocasiona el aparente cambio de intensidad de color. Este proceso, conocido como **cambio fisiológico de color**, está ampliamente estudiado en los **melanóforos** (Fig. 1), debido a que la melanina es el pigmento más oscuro y extendido por la piel, y por ello el más visible.

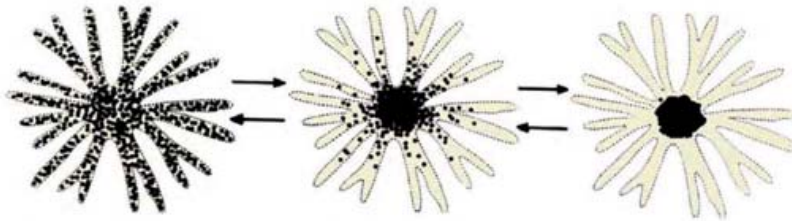


FIG. 1 Diagram showing the motile responses of a chromatophore of the dendritic type, as viewed from above the plane of the skin. The pigment-aggregation response (right side) and the pigment-dispersion response (left side) are shown.

En la mayoría de las especies que poseen una **dermis** relativamente delgada, los **melanóforos** aquí tienden a ser planos, mientras que en ejemplares adultos o con una piel gruesa los melanóforos forman unidades complejas llamadas **unidades dérmicas de cromatóforos** (UDC), que se componen de una primera capa de **xantóforos** o **eritróforos**, seguida de una capa de **iridóforos** y finalmente una serie de capas de **melanóforos**.

Este proceso puede estar regulado por **procesos** hormonales (menos conscientes), **neuronal** (más conscientes) o por ambos. Se ha descrito que ciertos neurotransmisores como la **noradrenalina**, están relacionados con la translocación de pigmentos por medio de receptores nerviosos en la superficie de los **melanóforos**.

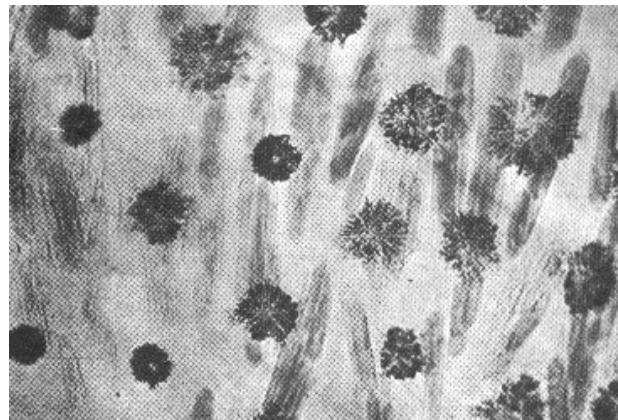


Fig. 2 - Se pueden ver en esta imagen las diferentes células pigmentarias: P u n t o s negros concentrados (melanóforos), puntos estriados más claros (xantóforos) y elipses (iridóforos).

ADAPTACIÓN DE FONDO Y VISIÓN

La *adaptación al fondo*, que también existe en *Rhacodactylus* (y de forma muy acentuada en *R. Chahoua*), se manifiesta normalmente como un oscurecimiento o aclaramiento progresivo de la tonalidad de la piel, cuyo fin es copiar el color y la tonalidad del medio ambiente en el que el animal se encuentre.

El propio patrón de color o distribución cromática de las distintas especies describe muy directamente la **filogenia ambiental** (o adaptación evolutiva al entorno) de cada especie, teniendo todas las especies de *Rhacodactylus* patrones que asemejan a troncos, maderas, ramas y vegetación, con la única excepción de los llamativos colores de *R. ciliatus*, cuyas “fases” tan coloreadas también se dan aparentemente en ejemplares silvestres (exceptuando las últimas aparecidas por cría selectiva como *pinstriped*, *creamsicle* y otras...).

Se ha demostrado que el *proceso de adaptación al fondo* es dependiente de la visión. Lo que nos lleva a intuir unos procesos neuronales más complejos en las especies que poseen esta capacidad. Parece que es necesario que el animal vea el ambiente en el que se encuentra para ser capaz de adaptar el color de su piel a dicho entorno. Y que la *translocación de melanina* en los **melanóforos** es el factor principal en el cambio de color.

Rhacodactylus ha desarrollado una respuesta de adaptación al fondo, capaz de generar un gran número de intensidades y matices, pero en márgenes de tiempo relativamente amplios. Esta característica diferencial con los camaleones, por ejemplo, puede deberse a la **menor necesidad de cambiar de color rápidamente de los Rhacodactylus** debido a una menor presión del número de depredadores existentes en Nueva Caledonia.

CAMBIOS EN COLOR

Los cambios en color en los *Rhacodactylus* se deben, según a los autores *Rephasy*, *Fast* y *Vosjoli*, a varios factores:

Ontogenia: El color de los *Rhacodactylus* (en la especie que más se nota es en *R. leachianus*) cambia según el animal va desarrollándose y teniendo una determinada edad. Muchos de los *Rhacodactylus* no desarrollan sus colores blancos, rojos o amarillos hasta los 5 o 6 años de edad, cuando por fin muestran su verdadero atractivo cromático.

Día/noche: Según la hora del día y la **intensidad lumínica** la piel de los *Rhacodactylus* cambia de color para adecuarse a sus necesidades de recepción y absorción de energía. La luz influye directamente en el estado cromático de todo el género.

Temperatura: Cuando hace más frío, las células pigmentarias de los *Rhacodactylus* se abren, fluyendo los pigmentos a capas externas de la piel (principalmente la melanina), para absorber una mayor **cantidad de radiación** (el color negro absorbe más radiación) apareciendo así más oscuros. Al contrario, si la temperatura aumenta estas células se cierran y los colores se tornan pálidos, para ayudar a que la piel se enfríe y proteja al individuo de un sobrecalentamiento.

Estación: Según la estación del año en que estemos, los *Rhacodactylus* adoptan una u otra intensidad de color, bien para procrear y aparentar fortaleza frente a competidores (machos) o bien debido a los cambios hormonales referentes a la reproducción (hembras). En la temporada fría, los colores suelen ser en general más oscuros.

Dieta: La alimentación ayuda a fijar diferentes colores en muchas especies, que poco a poco van adquiriendo diferentes **carótenos** existentes en ciertos vegetales (pigmentos blancos, rosas, rojos, anaranjados y amarillos) y también según sus **células pigmentarias** se van acumulando **melanina**, principalmente.

En resumen, el desarrollo del colorido, en los reptiles en general y en el género *Rhacodactylus* en particular, es un mundo apasionante que todavía está por estudiarse en profundidad, pero que responde a una **singularidad evolutiva** de una isla que ha permanecido aislada del mundo y no ha cambiado en decenas de miles de años, generando un rico y variado **endemismo** que compite con islas como Madagascar o Las Galápagos.

Esperamos este pequeño artículo haya sido de tu interés.
Muchas gracias por tu tiempo.

Bibliografía:

Libros:

- Bennett, AR y DR Mader. 1996. *Soft Tissue Surgery*. 1996. *Cirugía de tejidos blandos*. In, *Reptile Medicine and Surgery*. En, *Medicina y Cirugía de Reptiles*. Douglas R. Mader, editor. WB Saunders, NY. Douglas R. Mader, editor. WB Saunders, NY.
- Marsden, Anne. Marsden, Anne. 2000. 2000. IML/AIML postings. IML / AIML anuncio.
- De Vosjoli, Repashy & Fast. *Rhacodactylus: The Complete Guide to their Selection and Care*. 2003. Avanced Vision Inc.
- Rossi, JV. Rossi, JV. 1996. 1996. *Dermatology*. *Dermatología*. In, *Reptile Medicine and Surgery*. En, *Medicina y Cirugía de Reptiles*. Douglas R. Mader, editor. WB Saunders, NY. Douglas R. Mader, editor. WB Saunders, NY.
- Zug, GR. Zug, GR. 1993. 1993. *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. *Herpetología: Una introducción de la biología de los anfibios y reptiles*. Academic Press, NY. Academic Press, NY.

Referencias Webs:

- <http://www.peatom.info/escaner/16552/los-peces-brillan-debido-a-su-forma/>
- <http://www.elacuaria.com/secciones/biologia7.htm>
- <http://www.wikipedia.es>
- <http://www.botanical-online.com/animales/pielreptiles.htm>
- <http://www.um.es/fisfar/faremudmetcc.pdf>
- <http://www3.interscience.wiley.com>
- <http://www.anapsid.org/basicdermatology.html>