



Universidad de Valladolid

Facultad de Medicina

Variaciones epigenéticas craneales en primates
platirrinos (Fam. *Callithrichidae* y *Cebidae*)

TRABAJO DE FIN DE GRADO

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Anatomía y Radiología

Autor: Teresa Vallejo López

Tutor: Prof. Dr. D. Juan Francisco Pastor Vázquez

Curso 2021-2022

ÍNDICE

Agradecimientos	2
1. Resumen	3
2. Introducción.....	4
3. Materiales y metodos	5
4. Resultados	8
4.1.- Gráficos.....	8
4.2. Prevalencia de las variaciones	13
4.3. Asimetría	20
4.4. Afinidades inter-especie	20
5. Discusión	21
6. Conclusiones	22
7. Bibliografía	23
Anexos	25

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Departamento de Anatomía y Radiología por su apoyo y permitirme acceder a la colección de osteología comparada del Museo Anatómico. Igualmente, mi agradecimiento al Prof. Agustín Mayo Íscar por su asesoramiento para el estudio estadístico de los datos.

1. RESUMEN

Introducción: En la biología evolutiva y en la genética de poblaciones las variaciones epigenéticas se refieren a aquellas variaciones en el fenotipo resultante de la interacción de diversas condiciones ambientales. El presente TFG se basa en el trabajo que llevaron a cabo Berry y Berry [7] en 1967. Berry y Berry [7] consideran los rasgos con una base casi genética y los consideran muy útiles en el análisis de variaciones biológicas en poblaciones.

Objetivos: Lo que se propone en este estudio es ver la incidencia de 30 variables epigenéticas en distintas especies de primates platirrinos, así como la asimetría y las afinidades inter-especie.

Materiales y métodos: Este estudio se ha realizado en cráneos de 12 taxones de primates diferentes. El número de individuos ha sido de 96 especímenes. El análisis estadístico se ha llevado a cabo con el programa R Commander y para la comparativa entre las dos familias se ha empleado el test exacto de Fisher.

Resultados: El agujero cigomático-facial múltiple y el agujero infraorbitario accesorio son las dos variaciones más frecuentes en los primates platirrinos estudiados. Únicamente hay cuatro variaciones de las observadas que presentan una clara asimetría; entre ellas destaca el agujero infraorbitario accesorio, que se observó con una clara lateralidad izquierda. Las dos familias de primates platirrinos estudiadas presentan grandes afinidades, tanto en las variaciones observadas como en la frecuencia con la que aparecen estas.

Conclusiones: De las variaciones estudiadas, hay algunas que pueden ser consideradas como constantes, y por tanto no son epigenéticas. Las diferencias de lateralidad pueden ser explicadas por factores mecánicos por la predominancia de uso de uno de los lados. Dos variaciones se presentan con una diferencia significativa de frecuencia en las dos familias estudiadas, lo cual podría ser explicado por la diferencia de tamaño de estas. Una muestra mayor podría ser requerida en estudios posteriores.

2. INTRODUCCIÓN

Los Platyrrhini constituyen un grupo diverso de primates de la región Neotropical, territorio que según las nuevas concepciones biogeográficas excluye la región meridional de Suramérica [1,2].

Los primates del parvorden Platyrrhini presentan, como características comunes, un tabique nasal ancho con narinas en posición lateral y la mayoría, una cola larga y prensil, sin embargo, debido a su gran variedad han sido agrupados atendiendo a criterios diversos.

Durante la mayor parte del siglo XX prevaleció la clasificación en dos familias: Cebidae y Callitrichidae. Los Cebidae agrupaban a la mayoría de los platirrinos (*Alouatta*, *Aotus*, *Ateles*, *Brachyteles*, *Cacajao*, *Callicebus*, *Cebus*, *Chiropotes*, *Lagothrix*, *Pithecia*, *Saimiri*) a excepción de aquellos de pequeño tamaño que poseen garras en lugar de uñas planas, siendo este un carácter claramente distintivo (*Callimico*, *Callithrix*, *Cebuella*, *Leontopithecus*, *Saguinus*) [3].

En la década de los noventa predominó una clasificación basada en la morfología, especialmente dentaria y craneal [4], surgiendo igualmente estudios que enfocaban su clasificación desde un marco más ecológico, como el de Rosenberg (1992), basado en la alimentación [5]. Con la llegada de las filogenias moleculares, se estableció un consenso sobre la existencia de tres familias: Atelidae, subfamilias Alouattinae, Atelinae; Cebidae, subfamilias Callitrichinae, Cebinae; Pitheciidae, subfamilias Homunculinae y Pitheciinae [3]. Sin embargo, actualmente se prefiere una clasificación basada en los estudios de Rosenberg [6] consistente en cinco familias: Cebidae, Aotidae, Pitheciidae, Atelidae y Callitrichidae.

Las variaciones denominadas epigenéticas, no métricas, discontinuas, discretas o cualitativas, han ido cobrando importancia y son la base de numerosos trabajos en los que se han estudiado grupos humanos con el fin de ver afinidades de población y tendencias microevolutivas [7–14]. Los estudios de estas variaciones en animales son más escasos, los primeros fueron realizados por Grüneberg (1963) en ratones [15].

Berry y Berry (1967) [7] consideran los rasgos con una base casi genética y los consideran muy útiles en el análisis de variaciones biológicas en poblaciones, aunque algunos investigadores como Saunders (1989)[16], Hauser y De Stefano (1989) [17] y Corruccini (1974) [11] no están de acuerdo con estas afirmaciones.

El hecho de considerar que la aparición de estos rasgos está determinada genéticamente queda avalada por lo siguiente:

- En estudios familiares se ha visto como los rasgos se heredan, generalmente por un gen dominante con penetración incompleta [18].
- La incidencia de una variable es constante en una población dada [18, 20].
- Experimentalmente Grüneberg (1963) [15] ha estudiado variables en esqueletos de ratones endogámicos similares a los de los humanos.

El mayor número de trabajos referentes a variaciones epigenéticas se centra en el esqueleto craneal [17], siendo menos numerosos los del esqueleto postcraneal [10]. Hay varias publicaciones que de una manera gráfica recopilan en atlas fotográficos este tipo de variables como los de Hauser y De Stefano (1989) [17], Pastor y cols (2001) [22] y Mann, Hunt and Lozanoff (2016) [23].

Berry y Berry (1967) [7], compararon 30 rasgos epigenéticos del esqueleto craneal en humanos, en una muestra de 196 esqueletos de blancos y negros, adultos de ambos sexos y procedentes de los Estados Unidos de América.

Lo que se propone en este estudio es ver la incidencia de 30 variables epigenéticas en distintas especies de primates platirinos, así como ver la asimetría y las afinidades inter-especie. Esto contribuirá a confirmar las relaciones filogenéticas, combinando la genética, los factores ambientales y la morfología.

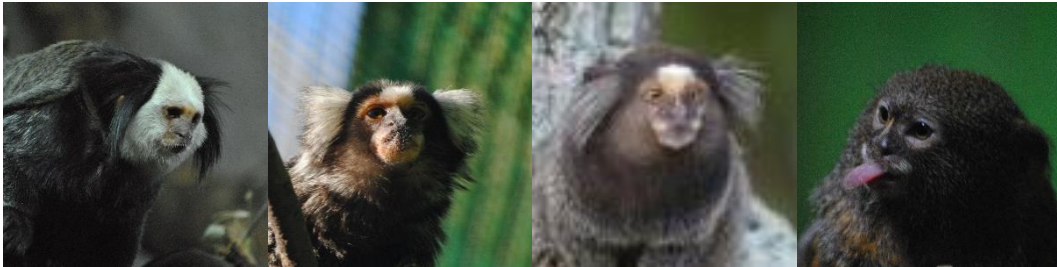
3. MATERIALES Y METODOS

El estudio se ha realizado en cráneos de primates de los siguientes taxones de primates platirinos:

- Familia Callitrichidae:
 - *Callithrix geoffroyi*
 - *Callithrix jacchus*
 - *Callithrix penicillata*
 - *Callithrix pygmaea*
 - *Saguinus midas*
 - *Saguinus oedipus*
- Familia Cebidae:
 - *Alouatta seniculus*
 - *Cacajao calvus*
 - *Sapajus apella*
 - *Lagothrix lagothricha*
 - *Saimiri sciureus*

- Familia Aotidae:
 - *Aotus nancymae*

Los primates estudiados son los que se encuentran a continuación. En el espacio inmediatamente inferior a cada imagen aparece el nombre correspondiente a ese primate en particular.



Callithrix geoffroyi, *Callithrix jacchus*, *Callithrix penicillata*, *Callithrix pygmaea*



Saguinus midas, *Saguinus oedipus*, *Alouatta seniculus*, *Cacajao calvus*



Sapajus apella, *Lagotrix lagotricha*, *Saimiri sciureus*, *Aotus nancymae*

Para el estudio estadístico y homogeneizar los datos, *Aotus nancymae* se ha incluido con la familia Cebidae a la que pertenecía hasta hace unos años. El material procede de la colección osteológica del Museo Anatómico de la Universidad de Valladolid. Todos los ejemplares son adultos y sin ninguna alteración, malformación o patología craneal. Los ejemplares proceden de núcleos zoológicos o intercambio con otras instituciones científicas que causaron baja por causas naturales. Todos los ejemplares tienen sus autorizaciones CITES. Los caracteres han sido observados por una sola persona (la autora), para eliminar al máximo la subjetividad en las observaciones. El número de individuos ha sido de 96 especímenes de 12 taxones diferentes. Se seleccionaron 4 hembras y 4 machos, todos adultos y sin ninguna alteración ni patologías.

Los caracteres estudiados son los siguientes:

- V1. Agujero cigomático-facial ausente
- V2. Agujero cigomático-facial múltiple
- V3. Conducto condileo posterior
- V4. Agujero infraorbitario accesorio
- V5. Agujero meningo-orbitario
- V6. Agujero occipital
- V7. Agujero óptico doble
- V8. Agujero parietal
- V9. Articulación fronto-temporal
- V10. Conducto cráneo-faríngeo
- V11. Cresta occipital externa
- V12. Escama temporal bipartita
- V13. Faceta condilar doble
- V14. Fosa subnasal
- V15. Fosita faríngea
- V16. Hueso astérico
- V17. Hueso bregmático
- V18. Hueso coronal
- V19. Hueso epiptérico
- V20. Hueso escamoso
- V21. Hueso de la incisura parietal
- V22. Hueso interparietal
- V23. Hueso en el lambda
- V24. Hueso lambdoideo
- V25. Hueso sagital
- V26. Parietal bipartito
- V27. Sutura escamo-mastoidea
- V28. Sutura mendosa
- V29. Sutura metópica
- V30. Tubérculo faríngeo

La base de este TFG ha sido el estudio de dichas variaciones epigenéticas en los cráneos mencionados durante los meses de octubre y noviembre del año 2021. Para ello, se seleccionaban los cráneos que coincidían con el propósito del estudio y se observaba en cada uno las variaciones, anotando la presencia o no de estas en una tabla Excel. Para el estudio de los cráneos más pequeños fue necesario una lupa de

gran aumento y, en ocasiones, una fuente de luz fría para poder ver las suturas y los límites de los huesos a contraluz. Las variaciones consideradas más relevantes fueron fotografiadas y se adjuntarán en el trabajo de manera ilustrativa.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa R Commander. Las frecuencias se resumieron con porcentajes. Hemos comparado el porcentaje de presencia de las variables en Cebidae y Callitrichidae para cada variable y lado, utilizando el test exacto de Fisher. Se consideraron estadísticamente significativos valores de p inferiores a 0.05

4. RESULTADOS

Antes de comenzar con el análisis de las variables epigenéticas, se han considerado necesarias algunas aclaraciones.

Algunas variaciones son centrales, pero para su análisis y más fácil interpretación mediante las tablas, han sido incluidas como izquierdas. Estas variables son las siguientes: conducto cráneo-faríngeo (V10), cresta occipital externa (V11), hueso bregmático (V17), hueso interparietal (V22), hueso en el lambda (V23), hueso sagital (V25), sutura metópica (V29) y tubérculo faríngeo (V30).

Aquellas variaciones que se hayan encontrado en una frecuencia superior o igual al 75% de los individuos, sin distinción de lateralidad, se han considerado como normales o constantes en dichas especies y por lo tanto no entrarían dentro de las variaciones epigenéticas de las que hablaremos más adelante (Tablas 1-12).

Hay 11 variables que no aparecen en ninguna especie, estas son: Articulación fronto-temporal(V9), escama temporal bipartita (V12), hueso astérico (16), hueso bregmático (V17), hueso de la incisura parietal (V21), hueso interparietal (V22), hueso lambdoideo (V24), parietal bipartito (V26), sutura escamo-mastoidea (V27), sutura mendosa (V28) y sutura metópica (V29) (Tablas 1-12).

Tras el análisis estadístico de las diversas variaciones, se han obtenido los siguientes resultados:

4.1.- GRÁFICOS

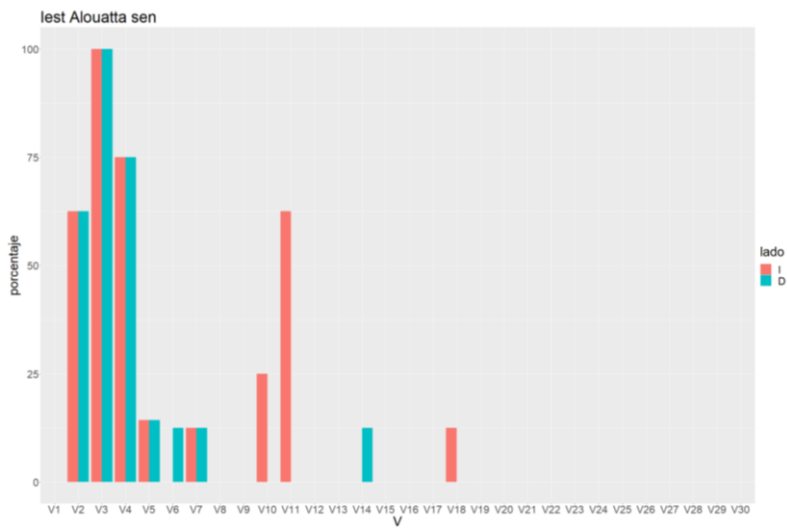


Fig. 1: *Alouatta seniculus*

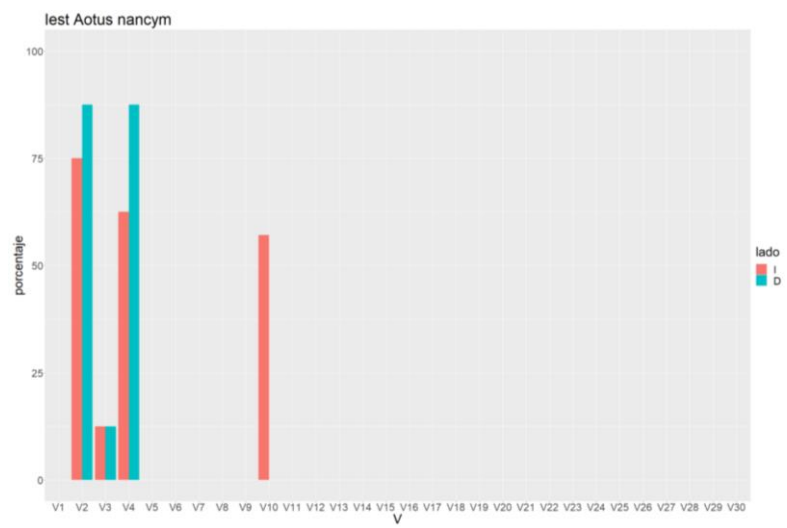


Fig. 2: *Aotus nancym*

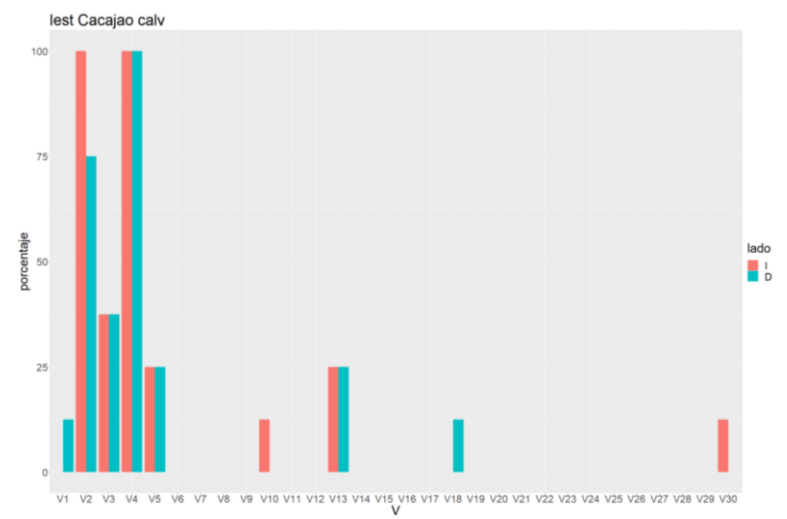


Fig. 3: *Cacajao calvus*

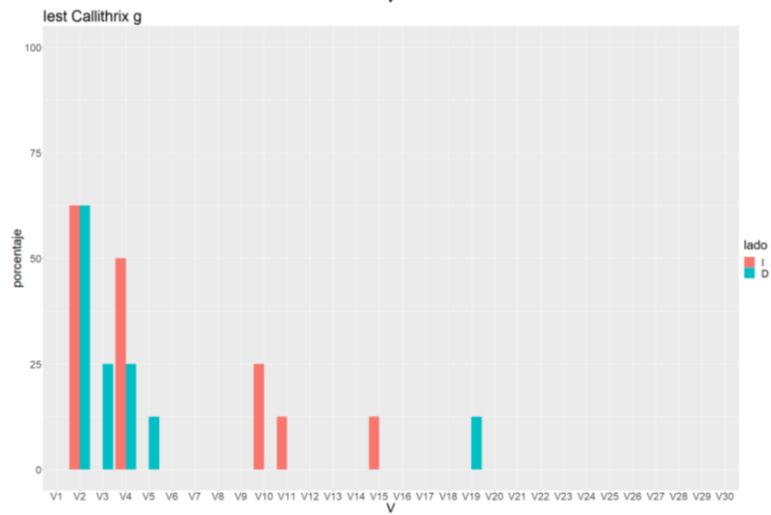


Fig. 4: *Callithrix geoffroyi*

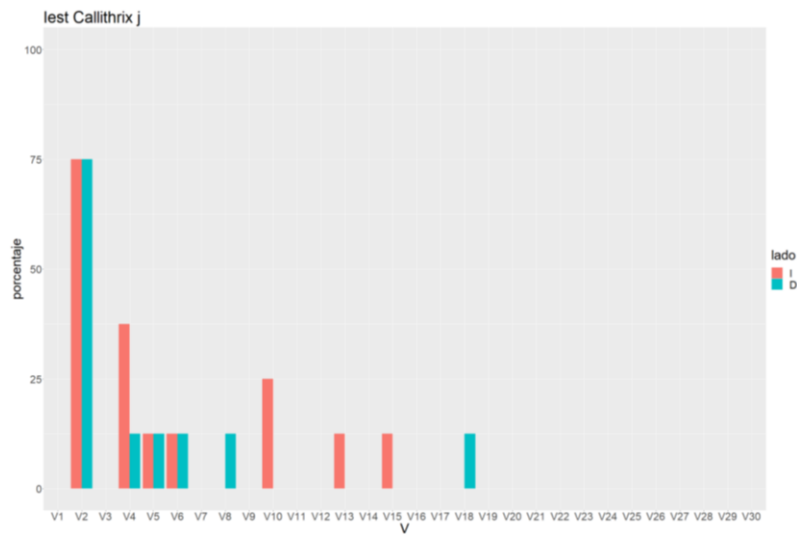


Fig. 5: *Callithrix jacchus*

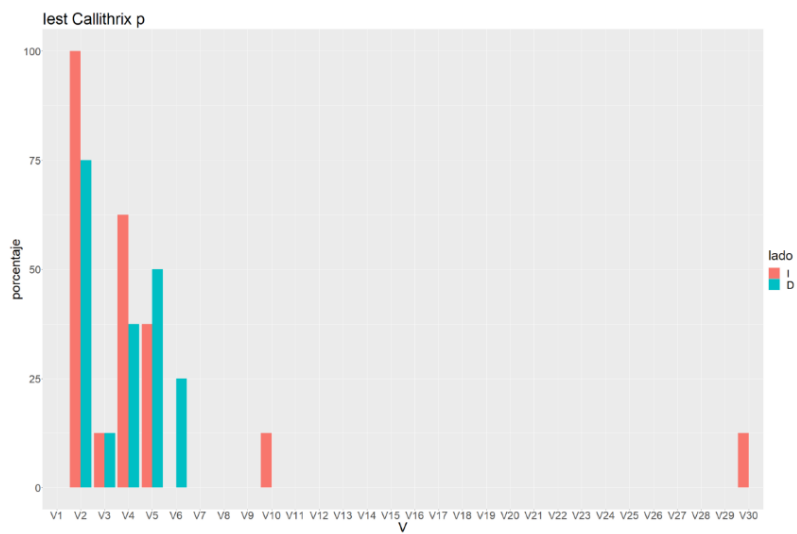


Fig. 6: *Callithrix penicillata*

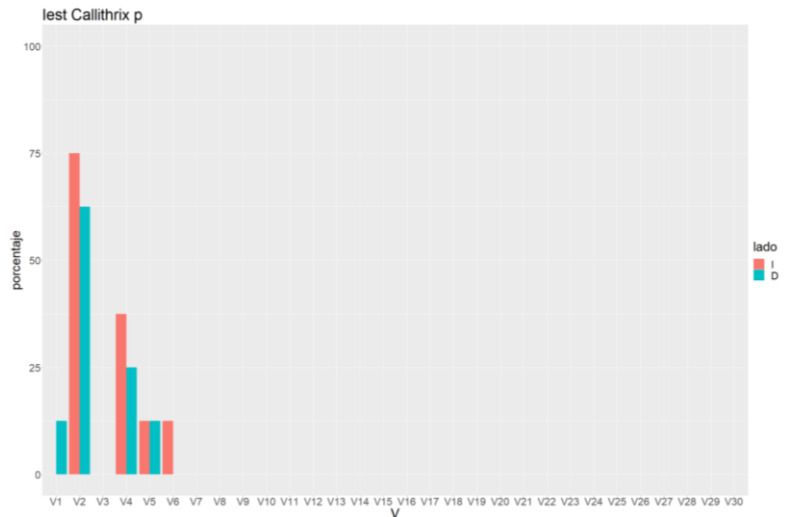


Fig. 7: *Callithrix pygmaea*

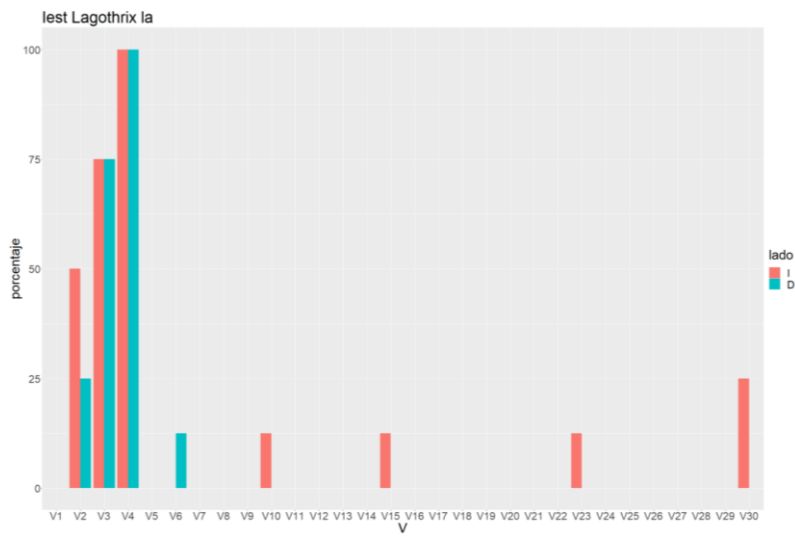


Fig. 8: *Lagothrix lagotricha*

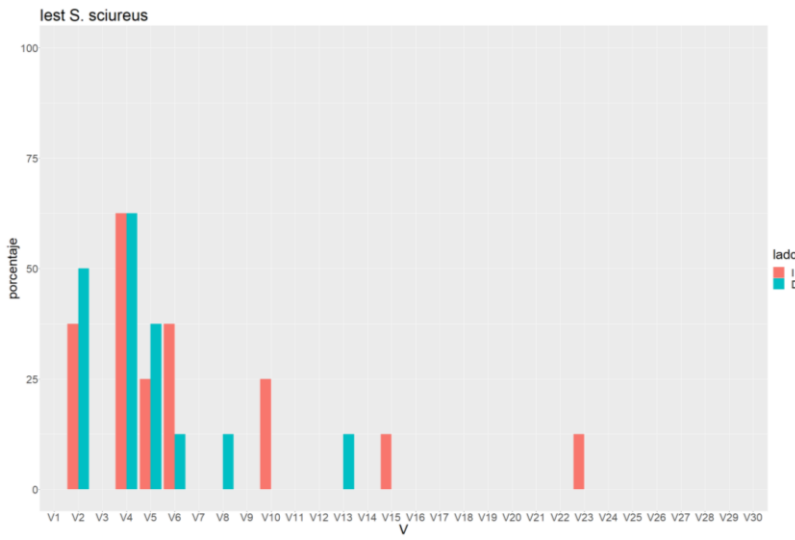


Fig. 9: *Saimiri sciureus*

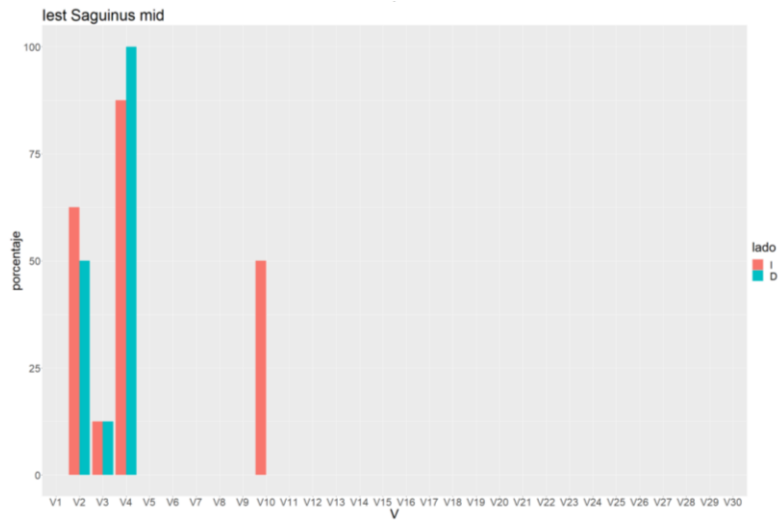


Fig. 10: *Saguinus midas*

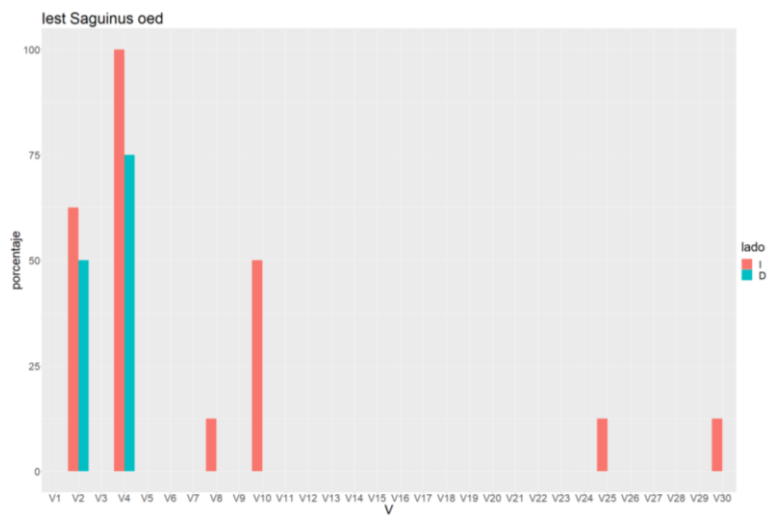


Fig. 11: *Saguinus oedipus*

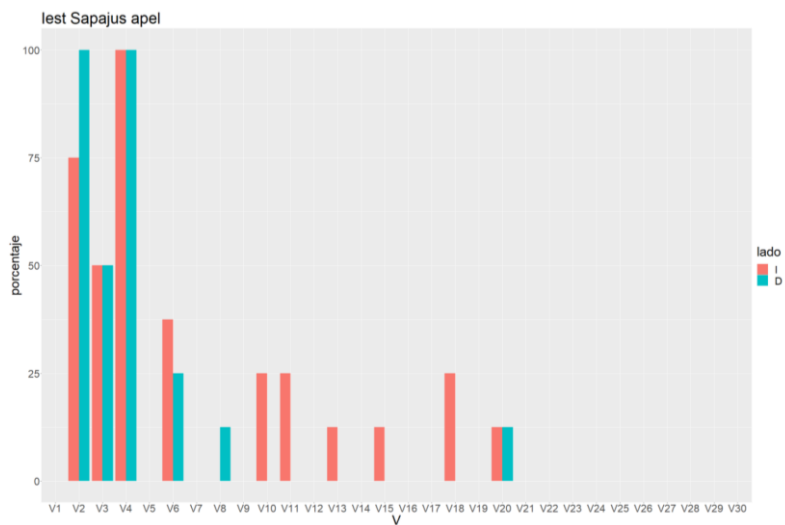


Fig. 12: *Sapajus apella*

4.2. PREVALENCIA DE LAS VARIACIONES

1. **Agujero cigomático-facial ausente.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente y se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son dos de las doce especies estudiadas: *Cacajo calvus* y *Callithrix pygmaea*, con una frecuencia de un 12,5% en cada una. En el resto de especies no se ha considerado como significativa.

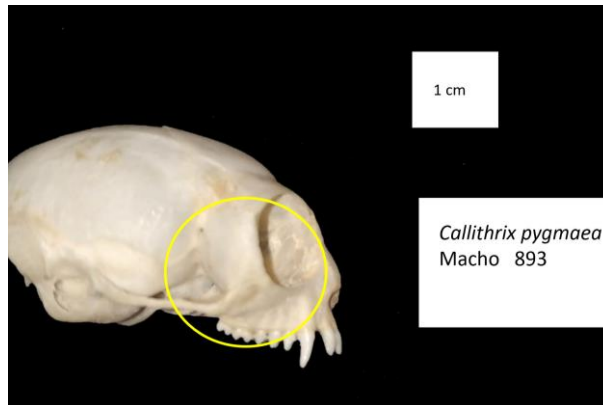


Fig. 1: agujero cigomático-facial ausente en ejemplar de *Callithrix pygmaea*.

2. **Agujero cigomático-facial múltiple.** Se considera variación constante en seis de las doce especies estudiadas: *Aotus nancymaeae*, *Cacajo calvus*, *Callithrix jacchus*, *Callithrix penicillata*, *Callithrix pygmaea* y *Sapajus apella*. En el resto de las especies se ha considerado variación epigenética; se ha observado en *Alouatta seniculus*, *Callithrix geoffroyi*, *Saguinus midas* y *Saguinus oedipus* con una frecuencia de 62,5%; y en *Saimiri sciureus* y *Lagothrix lagotricha* con una frecuencia del 50%.



Fig. 2: agujero cigomático-facial múltiple en ejemplar de *Callithrix geoffroyi*

3. **Conducto condileo posterior.** Se ha considerado como variación constante en dos de las doce especies estudiadas: *Alouatta seniculus*, *Lagothrix lagotricha*. En el resto de especies únicamente se ha observado de manera significativa en seis de las doce especies estudiadas: *Sapajus apella* con una

frecuencia del 50%, *Cacajo calvus* (37,5%), *Callithrix geoffroyi* (25%) y *Saguinus midas*, *Callithrix penicillata* y *Aotus nancymae* con una frecuencia del 12,5% cada una.

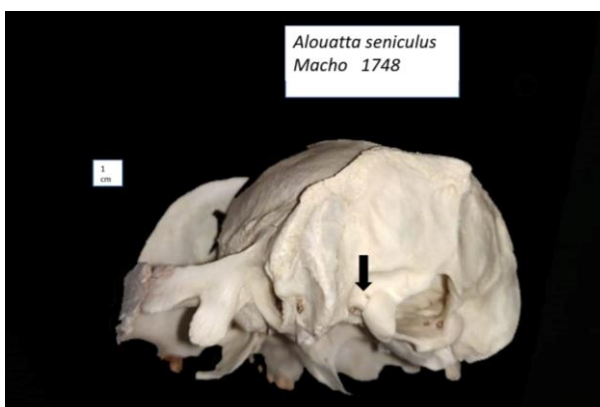


Fig. 3: conducto condíleo posterior en ejemplar de *Alouatta seniculus*

4. **Agujero infraorbitario accesorio.** Se considera como variación constante en siete de las doce especies estudiadas: *Alouatta seniculus*, *Aotus nancymae*, *Cacajo calvus*, *Lagothrix lagotricha*, *Saguinus midas*, *Saguinus oedipus* y *Sapajus apella*. Como variación epigenética ha sido observada en *Callithrix penicillata* y *Saimiri sciureus* con una frecuencia de 62,5% en cada especie, *Callithrix geoffroyi* con una frecuencia del 50% y en *Callithrix pygmaea* y *Callithrix jacchus* con una frecuencia de 37,5% en cada una.



Fig. 4: agujero infraorbitario accesorio en ejemplar de *Sapajus apella*

5. **Agujero meningo-orbitario.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son once de las doce especies estudiadas: *Callithrix penicillata* con una frecuencia del 50%, *Cacajo calvus* y *Saimiri sciureus* con frecuencias de 37,5% en cada una y en *Alouatta seniculus*, *Callithrix geoffroyi*, *Callithrix jacchus* y *Callithrix pygmaea* en el porcentaje que se muestra en la tabla (12,5%). En el resto de las especies no ha sido observada esta variación epigenética.



Fig.5: agujero meningo-orbitario en ejemplar de *Cacajao calvus*

6. **Agujero occipital.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%. Los primates en los que aparece son siete de las doce especies estudiadas: *Sapajus apella* y *Saimiri sciureus* con una frecuencia de 37,5%, *Callithrix penicillata* (25%) y *Alouatta seniculus*, *Callithrix jacchus*, *Callithrix pygmaea* y *Lagothrix lagotricha* con una frecuencia del 12,5% en cada una.

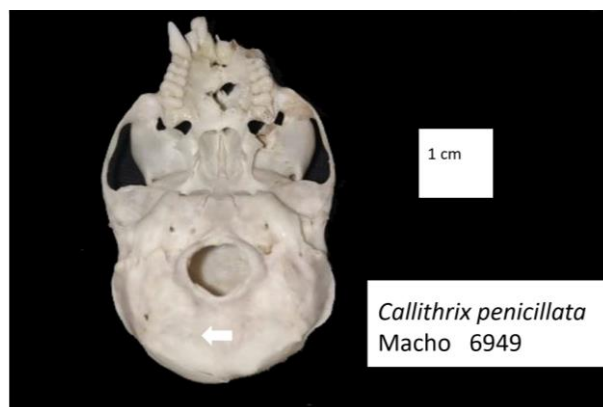


Fig.6: agujero occipital en ejemplar de *Callithrix penicillata*

7. **Agujero óptico doble.** No se ha considerado esta variación como constante en ninguna especie pues únicamente se ha observado en *Alouatta seniculus* con una frecuencia del 12,5%.
8. **Agujero parietal.** Esta variación no se ha considerado como en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%. Los primates en los que aparece son cuatro de las doce especies estudiadas: *Callithrix jacchus*, *Saimiri sciureus*, *Saguinus oedipus* y *Sapajus apella*, en todos se presenta con una frecuencia del 12,5%.
9. **Articulación fronto-temporal.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.

10. **Conducto cráneo-faríngeo.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son once de las doce especies estudiadas: *Aotus nancymae* (56,2%), *Saguinus midas* y *Saguinus oedipus* con una frecuencia del 50% en cada una, *Alouatta seniculus*, *Callithrix geoffroyi*, *Callithrix jacchus*, *Saimiri sciureus* y *Sapajus apella* con una frecuencia del 25% en cada especie y *Cacajo calvus*, *Callithrix penicillata*, *Lagothrix* y *lagotricha* con un 12,5% de frecuencia.
11. **Cresta occipital externa.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son tres de las doce especies estudiadas: *Alouatta seniculus* con una frecuencia del 62,5%, *Sapajus apella* (25%) y *Callithrix geoffroyi* (12,5%).



Fig. 7: cresta occipital externa en ejemplar de *Alouatta seniculus*

12. **Escama temporal bipartita.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
13. **Faceta condilar doble.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son cuatro de las doce especies estudiadas: *Cacajo calvus* (25%) y *Callithrix jacchus*, *Sapajus apella* y *Saimiri sciureus* con una frecuencia de 12,5% cada una.



Fig. 8: faceta condilar doble en ejemplar de *Cacajao calvus*

14. **Fosa subnasal.** No se ha considerado esta variación como constante en ninguna especie pues únicamente se ha observado en *Alouatta seniculus* con una frecuencia del 12,5%.
15. **Fosita faríngea.** Esta variación no se ha considerado como en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son cinco de las doce especies estudiadas: *Callithrix geoffroyi*, *Callithrix jacchus*, *Lagothrix lagotricha*, *Sapajus apella* y *Saimiri sciureus* con una frecuencia de 12,5% en cada una.

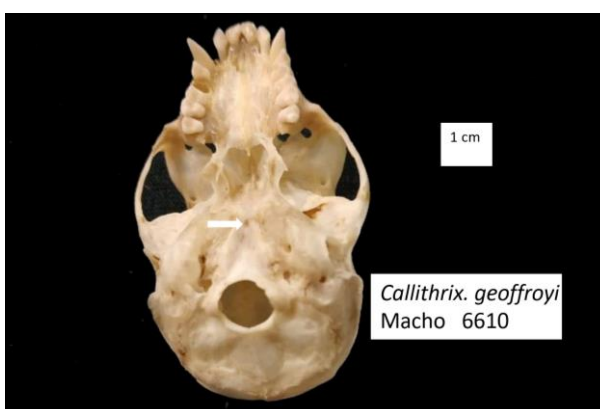


Fig. 9: fosita faríngea en ejemplar de *Callithrix geoffroyi*

16. **Hueso astérico.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
17. **Hueso bregmático.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
18. **Hueso coronal.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son cuatro de las doce especies estudiadas: *Sapajus apella* (25%) y *Alouatta seniculus*, *Cacajao calvus* y *Callithrix jacchus* con una frecuencia de 12,5% en cada especie.



Fig. 10: hueso coronal en ejemplar de *Sapajus apella*

19. **Hueso epiptérico.** No se ha considerado esta variación como constante en ninguna especie pues únicamente se ha observado en *Callithrix geoffroyi* con una frecuencia del 12,5%.
20. **Hueso escamoso.** No se ha considerado esta variación como constante en ninguna especie pues únicamente se ha observado en *Sapajus apella* con una frecuencia del 12,5%.



Fig. 11: hueso escamoso en ejemplar de *Sapajus apella*

21. **Hueso de la incisura parietal.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
22. **Hueso interparietal.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
23. **Hueso en el lambda.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son dos de las doce especies estudiadas: *Lagothrix lagothricha* y *Saimiri sciureus* con una frecuencia del 12,5% en cada una.

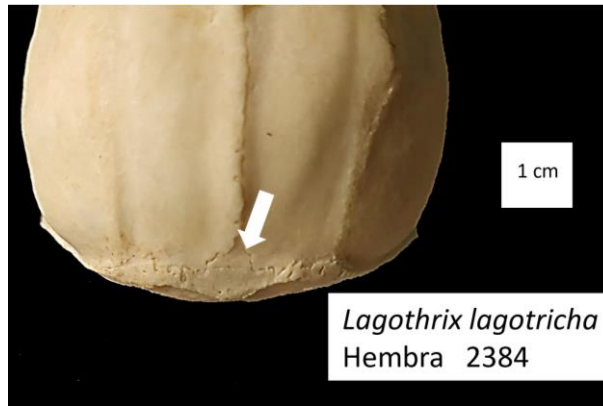


Fig. 12: hueso en el lambda en ejemplar de *Lagothrix lagotricha*

24. **Hueso lambdoideo.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
25. **Hueso sagital.** No se ha considerado esta variación como constante en ninguna especie pues únicamente se ha observado en *Saguinus oedipus* con una frecuencia del 12,5%.
26. **Parietal bipartito.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
27. **Sutura escamo-mastoidea.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
28. **Sutura mendosa.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
29. **Sutura metópica.** Esta variación no ha sido observada en ninguna especie.
30. **Tubérculo faríngeo.** Esta variación no se ha considerado como constante en ninguna de las especies estudiadas, pues, si está presente, se observa con una frecuencia inferior al 75%, es decir, es una variación epigenética. Los primates en los que aparece son cuatro de las doce especies estudiadas: *Lagothrix lagotricha* (25%) y *Saguinus oedipus*, *Callithrix penicillata* y *Cacajao calvus* con una frecuencia de 12,5%.

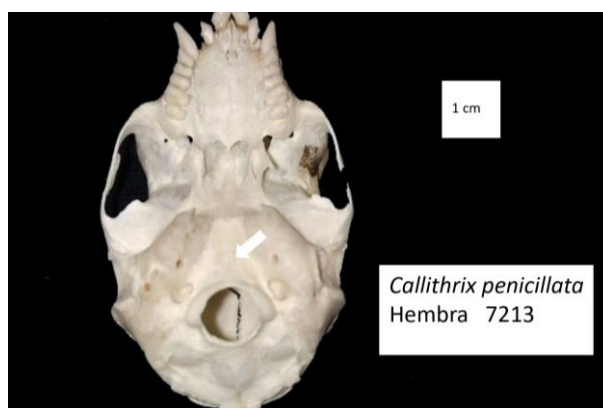


Fig. 13: tubérculo faríngeo en ejemplar de *Callithrix penicillata*

4.3. ASIMETRÍA

Para estudiar la asimetría de estas variaciones se han considerado significativas aquellas que se presentaban con una diferencia mayor o igual al 25% en un hemisferio del cráneo respecto al otro (Tablas 1-12). Hay cuatro variaciones que cumplen este criterio. Son las siguientes:

- **Agujero infraorbitario accesorio (V4).** Consideramos que se cumple el criterio de asimetría propuesto en cinco de las doce especies estudiadas. Presenta lateralidad de predominio izquierdo en *Callithrix geoffroyi*, *Callithrix jacchus*, *Callithrix pygmaea* y *Saguinus oedipus*. Presenta lateralidad de predominio derecho en *Aotus nancymae*.
- **Agujero cigomático-facial múltiple (V2).** Se cumple el criterio de asimetría en cuatro de las doce especies estudiadas. Presenta lateralidad de predominio izquierdo en *Callithrix pygmaea*, *Cacajao calvus* y *Lagothrix lagotricha*. Presenta lateralidad de predominio derecho en *Sapajus apella*.
- **Agujero occipital (V6).** Se cumple el criterio de asimetría en dos de las doce especies estudiadas. Presenta lateralidad de predominio izquierdo en *Callithrix pygmaea* y lateralidad de predominio derecho en *Saimiri sciureus*.
- **Hueso coronal (V18).** Únicamente cumple criterios de asimetría en la especie *Sapajus apella*, con un predominio en el lado izquierdo del cráneo.

4.4. AFINIDADES INTER-ESPECIE

De las diferentes familias existentes dentro de los primates platirrinos, en este estudio se ha buscado comparar la familia Cebidae con la familia Callithrichidae.

Hay diferencias estadísticamente significativas en dos variaciones: el conducto condíleo posterior (V3) y el agujero infraorbitario accesorio (V4). Ambas se presentan con mayor frecuencia en la familia Cebidae. En el resto de las variaciones no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre las dos familias (Fig. 13 y 14, Tabla 1).

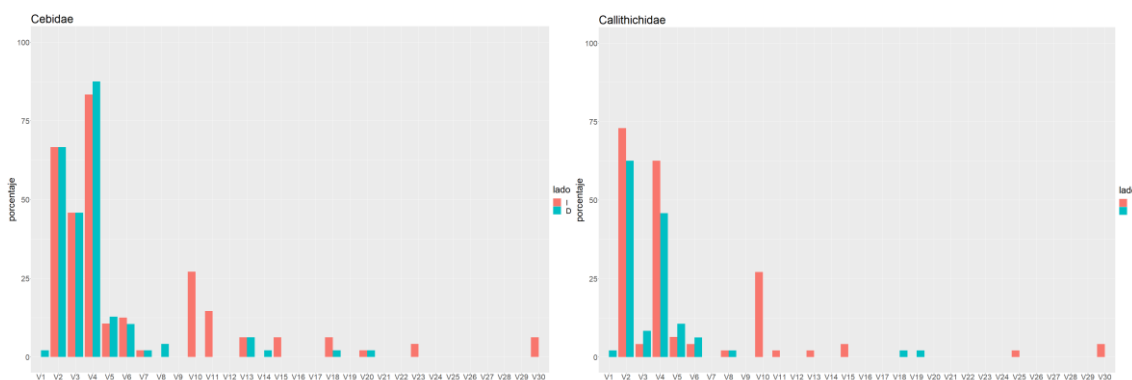


Fig. 13 y14: frecuencia de las variaciones en las familias *Cebidae* y *Callithrichidae*

Variaciones	I	D
V1 Agujero cigomático-facial ausente	1.000	1.000
V2 Agujero cigomático-facial múltiple	0.657	0.831
V3 Conducto condileo posterior	p<0.001	p<0.001
V4 Agujero infraorbitario accesorio	0.038	p<0.001
V5 Agujero meningo-orbitario	0.714	1.000
V6 Agujero occipital	0.268	0.714
V7 Agujero óptico doble	1.000	1.000
V8 Agujero parietal	1.000	1.000
V9 Articulación fronto-temporal	1.000	1.000
V10 Conducto cráneo-faríngeo	1.000	NA
V11 Cresta occipital externa	0.059	NA
V12 Escama temporal bipartita	1.000	1.000
V13 Faceta condilar doble	0.617	0.242
V14 Fosa subnasal	1.000	1.000
V15 Fosita faríngea	1.000	NA
V16 Hueso astérico	1.000	1.000
V17 Hueso bregmático	1.000	NA
V18 Hueso coronal	0.242	1.000
V19 Hueso epiptérico	1.000	1.000
V20 Hueso escamoso	1.000	1.000
V21 Hueso de la incisura parietal	1.000	1.000
V22 Hueso interparietal	1.000	NA
V23 Hueso en el lambda 1	0.495	NA
V24 Hueso lambdoideo	1.000	1.000
V25 Hueso sagital 1	1.000	NA
V26 Parietal bipartito	1.000	1.000
V27 Sutura escamo-mastoidea	1.000	1.000
V28 Sutura mendosa	1.000	1.000
V29 Sutura metópica	1.000	NA
V30 Tubérculo faríngeo	1.000	NA

Tabla 1: p-valores para las comparaciones entre las dos familias. Se consideraron estadísticamente significativos valores de p inferiores a 0.05

5. DISCUSIÓN

Nuestro estudio amplía el conocimiento sobre las variaciones epigenéticas en primates, pues a pesar de haber estudios sobre humanos, en animales estos eran muy escasos. Arroja luz sobre las posibles relaciones filogenéticas, ya que, según algunos autores, las variaciones epigenéticas podrían tener una base casi genética. Las variaciones epigenéticas en los cráneos de los primates estudiados nos muestran que hay una gran variabilidad entre ellos. No hay ninguna variación que se presente en todas las especies, sin embargo, sí que hay dos que son constantes en más de la mitad especies estudiadas, y por lo tanto se podrían considerar las más constantes dentro de estos grupos de primates, estas son el agujero cigomático-facial múltiple (V2) y el agujero infraorbitario accesorio (V4). Por el contrario, ninguna de las suturas estudiadas ha sido observada en los cráneos, lo que hace pensar que son variaciones que se encuentran con escasa frecuencia en los primates platirinos.

Dentro de cada especie, hay algunos rasgos a destacar, por ejemplo, la alta prevalencia de cráneos con cresta occipital externa en *Alouatta seniculus*, que no ha sido observada en ninguna especie más, o la presencia del conducto cráneo faríngeo que destaca en los *Aotus nancymae* y en las especies de *Saguinus midas* y *Saguinus oedipus*. La presencia constante de cresta occipital externa en *Alouatta seniculus* es debido a que al ser el primate más corpulento de estos grupos y tener una proporción cabeza-cuerpo

mayor que las otras especies, la musculatura posterior del cuello está más desarrollada y necesita inserciones en el cráneo más amplias, por lo que aparecen cresta óseas prominentes de forma constante.

El agujero infraorbitario accesorio (V4) se presentó con un predominio en el lado izquierdo en un tercio de las especies estudiadas, principalmente en la familia Callithricidae. Destaca la especie *Callithrix pygmaea*, pues presenta tres de las variaciones estudiadas con mayor frecuencia en el lado izquierdo que en el derecho, hecho que únicamente ocurre en este primate.

Las dos familias de primates platirrinos estudiadas (*Cebidae* y *Callithrichidae*) presentan grandes afinidades, tanto en las variaciones observadas como en la frecuencia con la que aparecen estas. Sin embargo, dos de las variaciones estudiadas se presentan con una frecuencia significativamente superior en la familia *Cebidae*: el agujero condíleo posterior y el agujero infraorbitario accesorio.

La gran cantidad de datos recogidos y las posibilidades de análisis de estos datos en este trabajo hacen de esta línea de investigación un campo muy amplio para posibles futuros trabajos y tesis. Una muestra más amplia podría ser necesaria en caso de querer desarrollar este campo en estudios posteriores.

6. CONCLUSIONES

1. Para la identificación de las variables, se deberían establecer unos criterios consensuados y globales, dada la subjetividad de algunos rasgos.
2. Algunas de las variaciones estudiadas pueden ser consideradas como constantes y por tanto no deben denominarse como epigenéticas.
3. Las diferencias de lateralidad pueden ser debidas a factores mecánicos por la predominancia de uso de uno de los lados.
4. Las mayores diferencias significativas entre los dos grupos se refieren al agujero condíleo posterior y al agujero infraorbitario accesorio.
5. El conducto condíleo posterior, que aloja una vena desde el troco del encéfalo, podría estar más presente por el tamaño, siendo los *Cebidae* más corpulentos que *Callithrichidae*.
6. En posteriores estudios se debería aumentar la muestra de ejemplares estudiados para aumentar la fiabilidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Testoni D, Morrone JJ 2002. Presentación sintética de un nuevo esquema biogeográfico de América Latina y El Caribe.
2. Costa C, editor. Proyecto de Red Iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática: PrIBES 2002. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa [u.a.]; 2002.
3. Tejedor M, Muñoz-Saba Y. La sistemática de los platirrininos y el registro fósil The Systematics of the Platyrrhines and the Fossil Record. 2013;
4. Schneider H, Schneider MP, Sampaio I, Harada ML, Stanhope M, Czelusniak J, et al. Molecular phylogeny of the New World monkeys (Platyrrhini, primates). *Mol Phylogenet Evol* 1993;2:225-42.
5. Rosenberger AL. Evolution of feeding niches in new world monkeys. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1992;88:525-62.
6. Rosenberger AL, Tejedor MF, Cooke SB, Pekar S. Platyrrhine Ecophylogenetics in Space and Time. En: Garber PA, Estrada A, Bicca-Marques JC, Heymann EW, Strier KB, editores. *South American Primates: Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation*. New York, NY: Springer; 2009. página 69-113.
7. Berry AC, Berry RJ. Origins and relationships of the ancient Egyptians. Based on a study of non-metrical variations in the skull. *Journal of Human Evolution* 1972;1:199-208.
8. Czarnetzki A. Epigenetische Skelettmerkmale im Populationsvergleich: III. Zur Frage der Korrelation zwischen der Größe des epigenetischen Abstandes und dem Grad der Allopatrie. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 1972;64:145-58.
9. Larnach SL. *The Craniology of the Aborigines of Queensland*, by S.L. Larnach and N.W.G. MacIntosh. 1970.
10. Finnegan M. Non-metric variation of the infracranial skeleton. *J Anat* 1978;125:23-37.
11. Corruccini RS. An examination of the meaning of cranial discrete traits for human skeletal biological studies. *Am J Phys Anthropol* 1974;40:425-45.
12. Penteado CV, Duarte E, Meciano Filho J, Stabile SR. Non-metric traits of the infracranial skeleton. *Anat Anz* 1986;162:47-50.
13. Rightmire GP. Cranial Measurements and Discrete Traits Compared In Distance Studies of African Negro Skulls. *Human Biology* 1972;44:263-76.
14. Villotte S, Knüsel CJ. Some remarks about femoroacetabular impingement and osseous non-metric variations of the proximal femur. *Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. BMSAP 2009;21.
15. Grüneberg H. *The pathology of development; a study of inherited skeletal disorders in animals*. New York: Wiley; 1963.

16. Nonmetric Skeletal Variation. In: Reconstruction of Life from the Skeleton (Shelley R. Saunders) | the Digital Archaeological Record [Internet]. [citado 2022 abr 16]; Available from: <https://core.tdar.org/document/141248/nonmetric-skeletal-variation-in-reconstruction-of-life-from-the-skeleton>
17. Hauser G, De Stefano GF. Epigenetic Variants of the Human Skull. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung; 1989.
18. Johnson CC, Gorlin RJ, Anderson VE. Torus Mandibularis: A Genetic Study. *Am J Hum Genet* 1965;17:433-42.
19. Jorgensen JB, Laughlin WS. Isolate variation in Greenlandic Eskimo crania. *Acta Genet Stat Med* 1956;6:3-12.
20. Laughlin WS. Eskimos and Aleuts: Their Origins and Evolution. *Science* 1963;142:633-45.
21. Brothwell DR. EVIDENCE OF LEPROSY IN BRITISH ARCHAEOLOGICAL MATERIAL. *Medical History* 1958;2:287-91.
22. Pastor JF, Gil JA, De Paz F y Barbosa M. Atlas de Variaciones epigenéticas craneales. Publicaciones Universidad de Valladolid. 2001.
23. Mann RW, Hunt R and Lozanoff S: Photographic Regional Atlas of Non-Metric Traits and Anatomical Variants in the Human Skeleton. Charles C Thomas Ed. Springfield (2016).

Autora: **Teresa Vallejo López.**

Tutor: Prof. Dr. D. Juan Francisco Pastor Vázquez
Departamento de Anatomía y Radiología

INTRODUCCION

En la biología evolutiva y en la genética de poblaciones las variaciones epigenéticas se refieren a aquellas variaciones en el fenotipo resultantes de la interacción de diversas condiciones ambientales. Son especialmente útiles para ver **afinidades de población y tendencias microevolutivas**.

En 1967, **Berry y Berry** llevaron a cabo un estudio en el que se compararon 30 rasgos epigenéticos del esqueleto craneal en humanos en una muestra de 196 individuos. Sin embargo, estos estudios en animales son muy escasos.

OBJETIVOS

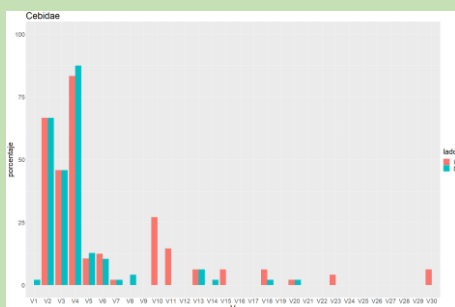
- Estudiar la **prevalencia** de 30 variables epigenéticas en dos familias de primates platirrinos (*Cebidae* y *Callithrichidae*)
 - Estudiar la **asimetría** de estas variaciones.
 - Ver las **afinidades** y diferencias inter-especie.
- Esto contribuirá a confirmar las relaciones filogenéticas, combinando la genética, los factores ambientales y la morfología.

MATERIALES Y METODOS

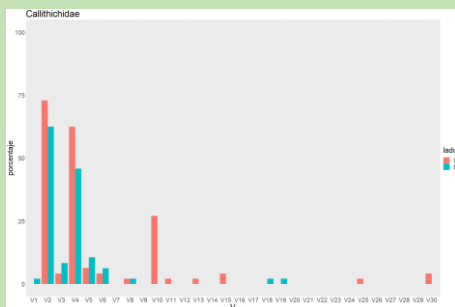
Estudio anatómico: El número de individuos ha sido de 96 especímenes de 12 taxones diferentes. 4 hembras y 4 machos de cada especie, todos adultos y sin ninguna alteración ni patologías. (Fig. 1-3).

Estudio estadístico: se utilizó el programa R Commander. Las frecuencias se resumieron con porcentajes. Hemos comparado el porcentaje de presencia de las variables en *Cebidae* y *Callithrichidae* para cada variable y lado, utilizando el test exacto de Fisher. Se consideraron estadísticamente significativos valores de p inferiores a 0.05.

RESULTADOS



Gráfica 1: frecuencia observada de las variaciones en la familia *Cebidae*



Gráfica 2: frecuencia observada de las variaciones en la familia *Callithrichidae*

Variaciones	I	D
V1 Agujero cigomático-facial ausente	1.000	1.000
V2 Agujero cigomático-facial múltiple	0.657	0.831
V3 Conducto condileo posterior	p<0.001	p<0.001
V4 Agujero infraorbitario accesorio	0.038	p<0.001
V5 Agujero meningo-orbitario	0.714	1.000
V6 Agujero occipital	0.268	0.714
V7 Agujero óptico doble	1.000	1.000
V8 Agujero parietal	1.000	1.000
V9 Articulación fronto-temporal	1.000	1.000
V10 Conducto cráneo-faríngeo	1.000	NA
V11 Cresta occipital externa	0.059	NA
V12 Escama temporal bipartita	1.000	1.000
V13 Faceta condilar doble	0.617	0.242
V14 Fosa subnasal	1.000	1.000
V15 Fosis faríngea	1.000	NA
V16 Hueso astérico	1.000	1.000
V17 Hueso bregmático	1.000	NA
V18 Hueso coronal	0.242	1.000
V19 Hueso epiptérico	1.000	1.000
V20 Hueso escamoso	1.000	1.000
V21 Hueso de la incisura parietal	1.000	1.000
V22 Hueso interparietal	1.000	NA
V23 Hueso en el lambda 1	0.495	NA
V24 Hueso lambdaideo	1.000	1.000
V25 Hueso sagital 1	1.000	NA
V26 Parietal bipartito	1.000	1.000
V27 Sutura escamo-mastoidea	1.000	1.000
V28 Sutura mendosa	1.000	1.000
V29 Sutura metópica	1.000	NA
V30 Tubérculo faríngeo	1.000	NA

Tabla 1: p-valores para la comparación entre las dos familias. Se consideraron estadísticamente significativos valores de p inferiores a 0.05



Fig. 1: agujero infraorbitario accesorio



Fig. 2: conducto condileo posterior



Fig. 3: agujero cigomático-facial múltiple

DISCUSIÓN

Nuestro estudio amplía el conocimiento sobre las variaciones epigenéticas en primates, pues **a pesar de haber estudios sobre humanos, en animales estos eran muy escasos**. Arroja luz sobre las posibles relaciones filogenéticas, ya que, según autores como Berry y Berry, las variaciones epigenéticas podrían tener una base casi genética.

Hemos observado que **no hay ninguna variación de las estudiadas que se encuentre en todos los primates**, sin embargo, sí hay dos que se observaron en siete de las doce especies de manera constante: el **agujero cigomático-facial múltiple** (Fig. 3) y el **agujero infraorbitario accesorio** (Fig. 1). Las diferencias de lateralidad podrían ser explicadas por factores mecánicos por el predominio de uso de lado respecto al otro. La comparación de las dos familias nos ha mostrado que hay dos **variaciones significativamente diferentes, hecho que puede ser explicado por el mayor tamaño de los Cebidae**, siendo muy similares en el resto de variaciones. Esto muestra una **gran afinidad inter-especies**.

La gran cantidad de datos recogidos y las posibilidades de análisis de estos datos en este trabajo hacen de esta **línea de investigación un campo muy amplio** para posibles futuros trabajos y tesis.

CONCLUSIONES

- Para la identificación de las variables, se deberían establecer unos **criterios consensuados** y globales, dada la subjetividad de algunos rasgos.
- Algunas de las variaciones estudiadas pueden ser consideradas como **constantes** y por tanto no deben denominarse como epigenéticas.
- Las diferencias de lateralidad pueden ser debidas a **factores mecánicos** por la predominancia de uso de uno de los lados.
- Las mayores diferencias significativas entre los dos grupos se refieren al **conducto condileo posterior** (Fig. 2) y al **agujero infraorbitario accesorio** (Fig. 1).
- El conducto condileo posterior, que aloja una vena desde el troco del encéfalo, podría estar más presente por el tamaño, siendo los **Cebidae más corpulentos que Callithrichidae**.
- En posteriores estudios se debería **aumentar la muestra** de ejemplares estudiados para aumentar la fiabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Anatomía y Radiología por su apoyo y permite acceder a la colección de osteología comparada del Museo Anatómico. Al Prof. Agustín Mayo Íscar por su asesoramiento para el estudio estadístico de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Berry, A.C. & Berry, R.J. 1967. Epigenetic variations in the human cranium. Journal of Anatomy 101: 361.379.
- Berry, A.C. & Berry, R.J. 1972. Origins and relationships of the ancient Egyptians: based on a study of non-metrical variation in the skull. Journal of Human Evolution 1: 199-208.
- Corruccini, R. 1974. A critical examination of the meaning of discrete traits for human skeletal biological studies. American Journal of Physical Anthropology. 40: 425-445.
- Finnegan, M. 1978. Non-metric variation of the infracranial skeleton. Journal of Anatomy 25: 23-37.
- Grüneberg, H. 1963. The pathology of development: a study of inherited skeletal disorders in animals. Wiley. New York.
- Hauser, G. & De Stefano, G.F. 1989. Epigenetic variants of the human skull. Schweizerbartsche Verlagbuchhandlung. Stuttgart.