

Desarrollo morfológico del neopalio durante la etapa prenatal en alpaca (*Vicugna pacos*)

Morphological development of the neopallium during the prenatal stage in alpaca (*Vicugna pacos*)

Susana Roldán M.^{1,2}, Alexander Chávez R.¹, Miluska Navarrete Z.¹, Alberto Sato S.¹

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue describir la anatomía macroscópica del neopalio en fetos de alpaca. Se utilizaron 15 fetos con edades gestacionales comprendidas entre los días 101 a 323. Se infiltró formaldehído al 10% a los cerebros mediante inyecciones en la unión frontoparietal y nasofrontal del cráneo. Se esperaron 30 días para posteriormente diseccionarlos y hacer la exposición del neopalio, tomándose fotografías *in situ* y *ex situ* de la vista dorsal, lateral, rostral, caudal y ventral. Con estas fotografías se identificaron los surcos y giros cerebrales. En orden cronológico, los surcos que se describieron fueron: Fisura Lateral, Surco Suprasilviano, Surco Endosagital, Surco Coronal, Surco Esplénico, Surco Genuo, Surco Calcarino, Surco Presilviano, Surco Central, Surco Sagital, Surco Ectosagital, Surco Diagonal y Surco Ectosilviano. Asimismo, los giros: Giro Cingulado, Giro Silviano Rostral, Giro Silviano Caudal, Giro Sagital, Giro Poscentral, Giro Precentral, Giro Ectosilviano Medio, Giro Ectosilviano Caudal y Giro Ectosagital Medio. Se evidenció una asimetría entre hemisferios del mismo individuo, tanto por el largo y forma de algunos surcos y giros, como por su ubicación.

Palabras clave: alpaca, feto, neopalio, surco, giro

¹ Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

² E-mail: susana.roldan@unmsm.edu.pe

Recibido: 14 de enero de 2021

Aceptado para publicación: 20 de abril de 2022

Publicado: 29 de junio de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The aim of this study was to describe the macroscopic anatomy of the neopallium in alpaca foetuses. Fifteen foetuses with gestational ages ranging from days 101 to 323 were used. The brains were infiltrated with 10% formaldehyde by injections at the frontoparietal and nasofrontal junction of the skull. Then, 30 days later the brains were dissected and the neopallium was exposed. Photographs *in situ* and *ex situ* of the dorsal, lateral, rostral, caudal, and ventral view were taken. By using the pictures, the brain sulcus and gyri were identified. In chronological order, the sulcus that were described were: Lateral Fissure, Suprasylvian Sulcus, Endosagittal Sulcus, Coronal Sulcus, Splenial Sulcus, Genua Sulcus, Calcarine Sulcus, Presylvian Sulcus, Central Sulcus, Sagittal Sulcus, Ectosagittal Sulcus, Diagonal Sulcus and Ectosylvian Sulcus. The gyri were: Cingulate Gyrus, Rostral Sylvian Gyrus, Caudal Sylvian Gyrus, Sagittal Gyrus, Postcentral Gyrus, Precentral Gyrus, Middle Ectosylvian Gyrus, Caudal Ectosylvian Gyrus and Middle Ectosagittal Gyrus. An asymmetry between hemispheres of the same individual was evidenced, both due to the length and shape of some sulcus and gyrus, as well as their location.

Key words: alpaca, foetus, neopallium, sulcus, gyri

INTRODUCCIÓN

Una de las actividades más significativas de la zona altoandina del país es la crianza de camélidos sudamericanos con el fin de obtener fibra, carne, estiércol, piel y cuero. Además, son utilizados en la medicina tradicional y con fines de atracción al turismo (MINAGRI, 2021). Más recientemente, el camélido ha cobrado importancia dentro de la medicina, ya que se le ha utilizado como modelo de estudio en diversas ciencias como la bioquímica, inmunología, endocrinología, biomecánica y demás, para entender determinados procesos fisiológicos (Wrap *et al.*, 2020).

Dada la importancia que representa esta especie, junto con la insuficiente información sobre su anatomía, se viene realizando una ardua labor para complementar estudios previos; entre ellos, los relacionados al sistema nervioso, del cual solo se ha llegado a realizar mayormente trabajos de tesis de estudiantes (Fowler, 2010). La corteza del cerebro cumple funciones poco conocidas a pesar de que ocupa una gran porción del sistema ner-

vioso (Hall, 2016). Si bien la estructura cerebral y sus funciones no dependen estrictamente entre sí, hay estudios que demuestran que están muy relacionados (Yasargil, 1996).

Para entender la estructura cerebral, es necesario tener un patrón para ubicar las diferentes áreas de la corteza, tal como el caso de Sato y McFarland (1970) quienes estudiaron el cerebro de la alpaca adulta identificando los principales surcos cerebrales. Por tal razón, el presente estudio complementa la información sobre la morfología cerebral, estudiando los surcos y giros del neopallio de fetos de alpacas, aspecto del cual no se tiene evidencia prenatal en camélidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Se utilizaron 15 fetos de alpaca de distintas edades gestacionales, obtenidos

de animales beneficiados en el Camal Municipal de Huancavelica, Perú, situado a una altitud de 3660 msnm y preservados en soluciones de formaldehído al 10%. Los fetos de 3 a 6 meses de edad fueron colectados en mayo de 2018 y los fetos de 7 a 10 meses en septiembre de 2019. El primer grupo tuvo un tiempo de un año y medio de haber sido recolectado al momento de la realización de la parte práctica de este trabajo. El segundo grupo fue procesado de inmediato.

Los cerebros de los fetos fueron infiltrados con formaldehído al 10% para asegurar que el preservante alcance directamente el órgano en mención, para lo cual se utilizó jeringas de 1 y 3 ml, con agujas 25G x 5/8". Se infiltró 1 ml para los fetos de 3 y 4 meses, 1.5 ml los de 5 y 6 meses, 2 ml para 7 y 8 meses, y 2.5 ml para los de 9 y 10 meses. Estas cantidades fueron distribuidas en partes iguales en dos puntos de inyección, en la unión fronto-parietal y en la unión naso-frontal del cráneo. Posterior a la infiltración, los fetos fueron conservados en recipientes con formaldehído al 10% por 30 días adicionales para su posterior disección.

Para la disección, se utilizaron hojas de bisturí y pinzas diente ratón, con las cuales se procedió a cortar y retirar la piel del cráneo. Una vez expuestas las estructuras óseas en formación, se perforaron con ayuda de las pinzas, se retiraron las meninges mediante una incisión a nivel de la tienda del cerebelo, dejando el cerebro expuesto. Se tomaron fotografías *in situ* y *ex situ*, registrando vistas dorsales, laterales, rostrales, caudales y mediales de cada cerebro. Los cerebros fueron guardados en recipientes individuales con formaldehído al 10%.

Para facilitar la descripción de los surcos y giros cerebrales se usaron las fotografías de los cerebros de mayor a menor días de gestación. Para la descripción se utilizó la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

RESULTADOS

El neopalio de los fetos de alpaca presentó surcos y giros en desarrollo en su superficie, mostrando un patrón común con otras especies. Además, se evidenció una asimetría entre hemisferios del mismo individuo, ya sea por el largo del recorrido de un surco o giro, por la forma, o por la ubicación exacta de estos. Para su descripción solo se tomaron en cuenta los surcos y giros más relevantes dentro de la literatura anatómica veterinaria (Cuadro 1).

Superficie Lateral

Fisura lateral (Fisura de Silvio)

Un esbozo de este surco se observa en el día 101 (3.3 meses) ubicado en la cara ventrolateral del hemisferio. En el día 128 (4.2 meses) esta fisura se ubicó en la cara lateral del hemisferio, de forma muy pronunciada y sin ramas. En el día 186 (6.2 meses) se observa su rama media, a partir de la cual se observan otras ramas muy pequeñas. En el día 227 (7.5 meses) se observan las tres ramas características de esta fisura: la rama media, rama rostral y rama caudal.

La rama media se extendió desde la fisura lateral hacia rostral paralela al surco rinal. La rama rostral apareció como la continuación de la rama media, y también corrió paralela al surco rinal. La rama caudal se extiende de forma vertical extendiéndose desde la fisura lateral teniendo un trayecto corto. En el día 249 (8.3 meses) la rama caudal se pronuncia más y se inclina hacia caudal. Para el día 323 (10.7 meses) la fisura lateral y sus ramas mantienen la misma forma y se encuentran más profundas (Figura 1).

Surco ectosilviano caudal

En el día 227 (7.5 meses) aparece el surco ectosilviano caudal, el cual se encuentra de forma independiente, detrás de la rama

Cuadro 1. Leyenda de fisuras, surcos y giros cerebrales de fetos de alpaca

Fisuras y Surcos	Giros
1. Fisura lateral	A. Giro silviano rostral
1 ^a rama media	B. Giro silviano caudal
2 ^a rama caudal	C. Giro ectosilviano medio
3 ^a rama rostral	D. Giro ectosilviano caudal
2. Surco ectosilviano caudal	E. Giro ectosagital medio
3. Surco diagonal	pl: parte lateral
4. Surco presilviano	pm: parte medial
5. Surco suprasilviano rostral, medial y caudal	F. Giro sagital
6. Surco sagital	G. Giro postcentral
7. Surco ectosagital	H. Giro precentral
8. Surco endosagital	I. Giro cingulado
9. Surco coronal	
10. Surco central	
11. Surco esplenial, surco genual y surco calcarino	

caudal de la Fisura lateral. En el día 269 (8.9 meses) esta rama se encontró unida a la rama caudal de la Fisura lateral (Figura 1).

Surco diagonal

En el día 206 (6.8 meses) se encontró en frente de la rama media de la Fisura lateral, extendiéndose oblicuamente hacia la cara dorsal. Para el día 230 (7.6 meses) este surco casi se unió con el extremo rostral del surco suprasilviano (Figura 1).

Surco presilviano

En el día 128 (4.27 meses), este surco se observó en la cara lateroventral del extremo rostral del hemisferio, dorsal al surco rinal (Figura 1).

Surco suprasilviano rostral, medio y caudal

En el día 101 (3.38 meses) se observó una hendidura en el borde dorsal de la cara lateral del hemisferio, con dirección caudo-

rostral. En el día 128 (4.2 meses) este surco se extendió hacia rostral adaptando una forma rectilínea. En el día 152 (5 meses) este surco está mucho más profundo y empieza a tener un curso ligeramente ondeado. En el día 186 (6.2 meses) ya tiene un trayecto marcadamente ondeado desde su extremo occipital hasta el extremo frontal (Figura 1).

Giro silviano rostral

En el día 152 (5 meses) se observó este giro rostral a la Fisura Lateral. En el día 206 (6.8 meses) se extiende alargándose hacia dorsal. En el día 269 (8.9 meses) es atravesado por la rama rostral de la Fisura lateral, lo que redujo su tamaño a la mitad (Figura 1).

Giro silviano caudal

En el día 152 (5 meses) se observó este giro caudal a la Fisura lateral. En el día 269 (8.9 meses) se observa más ancho. En el día 323 (10.7 meses) se observó encorvado en dirección caudal (Figura 1).

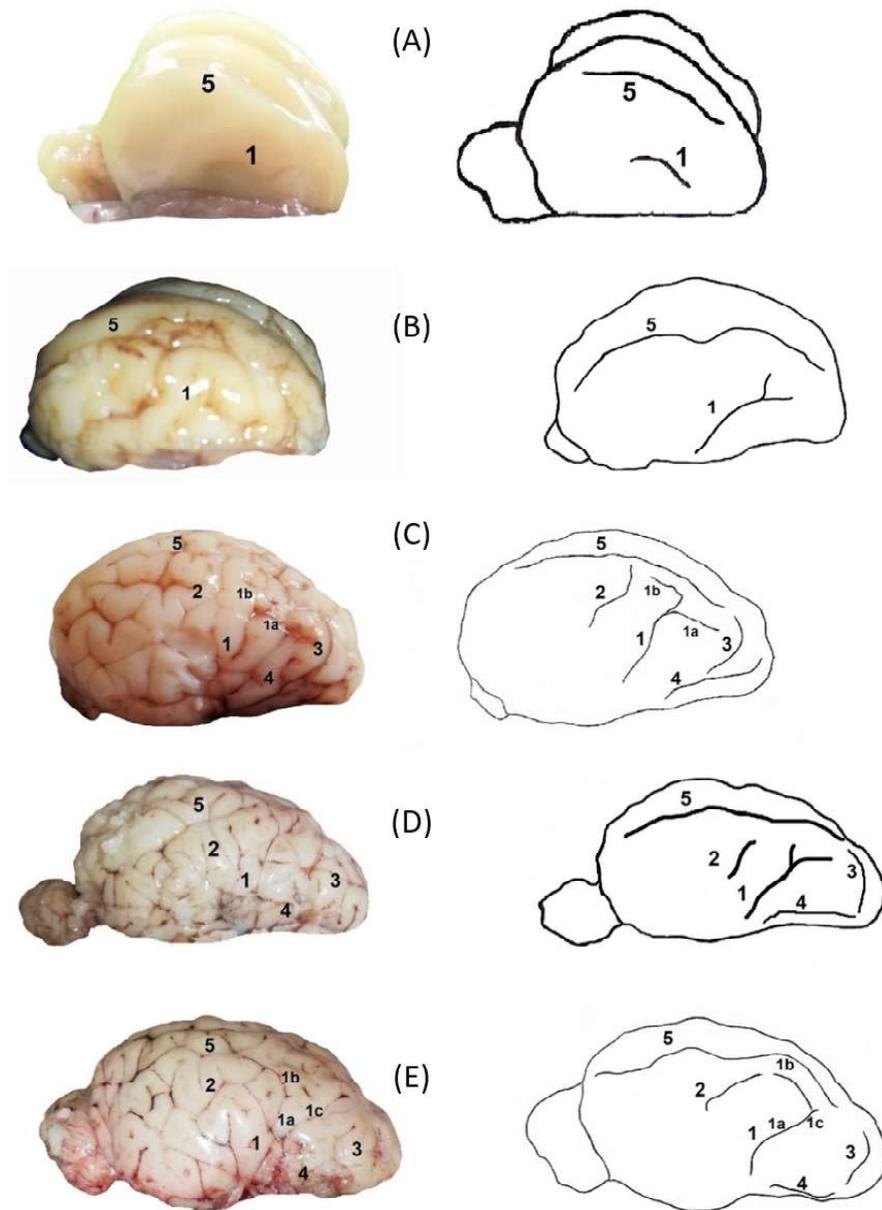


Figura 1. Vistas laterales derecha de cerebro de fetos de alpaca. (A) de 3.57 meses; (B) de 5.64 meses; (C) de 7.68 meses; (D) de 9.21 meses; (E) de 10.78 meses

Giro ectosilviano medio

En el día 206 (6.8 meses) se observó este giro incipiente ventral a la porción media del Surco suprasilviano; pero en el día 230 (7.6 meses) se agrandó tomando forma de «U». A los 323 días (10.7 meses) este surco se encuentra más prominente (Figura 1).

Giro ectosilviano caudal

En el día 206 (6.8 meses) se observó como un pequeño abultamiento ventral al Giro ectosilviano medio. Se halló de forma más alargada para el día 230 (7 meses). En el día 276 (9.2 meses) se encontró claramente caudal al Surco ectosilviano caudal y se le vio más grande (Figura 1).

Superficie Dorsal

Surco sagital

En el día 152 (5 meses) se observa este surco como una hendidura paralela al surco endosagital, pero en el lado caudodorsal del hemisferio. Para el día 230 (7.6 meses) este surco se encuentra mucho más profundo y ondeado, extendiéndose en dirección rostral hacia el surco central (Figura 2).

Surco ectosagital

En el día 152 (5 meses) se observó un esbozo de este surco, ubicado de forma paralela para el lado lateral del surco sagital. Este surco se pronunció más para el día 169 (5.6 meses). En el día 186 (6.2 meses) el surco está mucho más definido y sigue un curso rectilíneo (Figura 2).

Surco endosagital

En el día 101 (3.3 meses) se encontró como una hendidura corta en la cara dorsal muy cerca al extremo medial, y de curso paralelo a la Fisura longitudinal. En el día 152 (5 meses) está ubicado medial y de forma paralela al surco sagital. En el día 186 (6.2 meses) está mucho más definido y su curso está extendido hasta la mitad del hemisferio. En el día 230 (7.6 meses) se hace más profundo y se extiende hasta detrás del surco central (Figura 2).

Surco coronal

En el día 101 (3.3 meses) se identificó una depresión en el lado dorso-rostral del hemisferio que correspondería al futuro surco coronal, con un curso paralelo a la Fisura longitudinal. En el día 128 (4.2 meses) está más definido y profundo (Figura 2).

Surco central

El surco central se evidenció en el día 144 (4.8 meses) sobre la cara dorsal del tercio rostral del hemisferio, siguiendo un curso dorsolateral. En el día 169 (5.6 meses) se extendió hasta la cara medial del hemisferio. En el día 186 (6.2 meses) se observa claramente unido al surco coronal. Para el día 323 (10.7 meses) se le observa profundo y ondulado, además separó el lóbulo frontal del lóbulo parietal (Figura 2).

Giro ectosagital medio

En el día 206 (6.8 meses), la parte lateral de este giro se encontró ubicada al lado lateral del Surco ectosagital y la parte medial se halló ubicada al lado medial del mismo surco. En el día 230 (7.6 meses), la parte lateral se encontró atravesada por una rama proveniente del Surco suprasilviano. En los especímenes de los meses siguientes, no se volvió a ver esta rama que cruzaba el giro. En el día 323 (10.7 meses) se observa más ancho, tanto la parte lateral como la parte medial del giro (Figura 2).

Giro sagital

En el día 169 (5.6 meses) se encontró este giro incipiente entre el esbozo del Surco sagital y el Surco endosagital. En el día 186 (6.2 meses) estuvo mucho más pronunciado. A los 249 días (8.3 meses) se halló más extendido de largo. En el día 323 (10.7 meses), un par de ramas del Surco sagital cruzan una parte de este giro a lo ancho (Figura 2).

Giro postcentral

En el día 169 (5.6 meses) se observa un indicio de este giro, ubicado caudal al Surco central, pero en el día 206 (6.8 meses) destacó aún más. A los 230 días (7.6 meses) se observó más ancho (Figura 2).

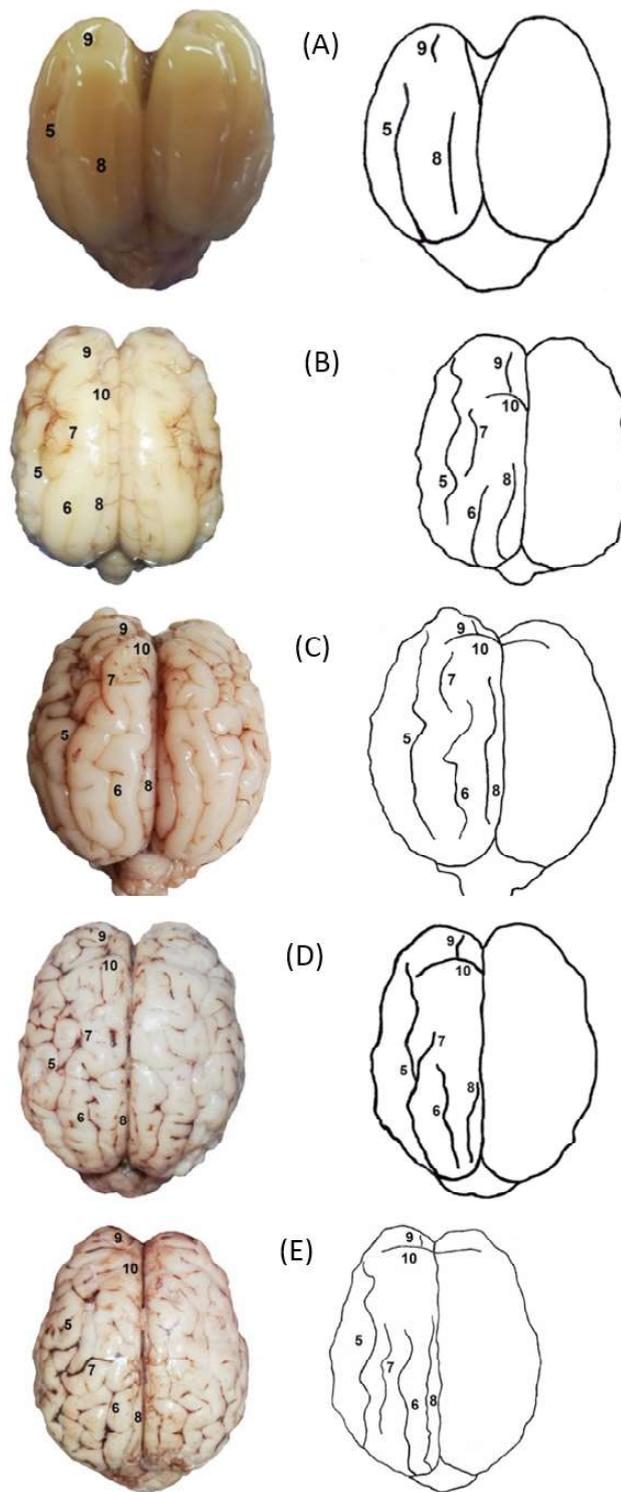


Figura 2. Vistas dorsales de cerebro de fetos de alpaca. (A) de 3.38 meses; (B) de 5.64 meses; (C) de 7.68 meses; (D) de 9.21 meses; (E) de 10.78 meses

Giro precentral

En el día 169 (5.6 meses) se observó un indicio de este giro, ubicado rostral al Surco central. En el día 206 (6.8 meses) este giro está más pronunciado (Figura 2).

Superficie Medial

Surco esplénial, Surco genual y Surco calcarino

Estos tres surcos presentan un curso continuo con dirección rostrocaudal, y se evidencian en el día 101.47 (3.3 meses). En el caso del surco esplénial, este se ubica sobre la formación del cuerpo calloso. El surco genual es su continuación rostral mientras que el surco calcarino es su continuación caudal. La unión que forman estos tres surcos se observó de extremo a extremo, y se hizo más profunda conservando su misma ubicación hasta el día 323 (10.7 meses) (Figura 3).

Giro cingulado

Este giro incipiente se evidenció en el día 101 (3.3 meses) ya que la unión de los surcos esplénial, genual y calcarino era notorio. Este giro se ubicó ventral a estos surcos, y abarca de extremo a extremo la cara medial del hemisferio (Figura 3).

DISCUSIÓN

El neopallio de la alpaca presenta un proceso de plegamiento en su superficie durante la etapa prenatal, que corresponde a la manifestación y al desarrollo progresivo de los surcos y giros cerebrales a lo largo de la gestación, tal y como ocurre en el humano (Carlson, 2014) y en otros animales domésticos (McGeedy *et al.*, 2006). Además, se observó una asimetría de surcos y giros entre hemisferios, característica que también se ha visto en humanos (Yasargil, 1996).

En el día 101 de la gestación se encontró un atisbo de la Fisura lateral, que en este caso no se pudo determinar si fue el primer surco en aparecer, según lo fue en otras especies donde evaluaron los cerebros desde que eran lisencéfalos como en el caso del equino (Anthony y Grzybowski, 1930), del bovino (Louw, 1989) y del caprino (Lucy, 2005). Sin embargo, se encuentra en el primer tercio de gestación al igual que el bovino y caprino (Louw, 1989; Lucy, 2005). Esta fisura se hizo más profunda y presentó en el día 227 la rama media, con un curso horizontal y dirección rostral, la rama rostral como continuación de la rama media y la rama caudal con dirección caudal, tal cual se describen en alpacas adultas (Delgado, 1967; Sato y McFarland 1970).

El surco suprasilviano, al igual que la Fisura lateral, es de los primeros surcos en aparecer, como en el caso de las especies anteriormente mencionadas. Está dentro del primer tercio de gestación de la alpaca y el bovino (Louw, 1989), pero difiere del caprino donde aparece en el segundo tercio de gestación (Lucy, 2005).

El surco endosagital y el surco coronal se evidenciaron en el primer tercio de gestación, lo que difiere con lo hallado en el caso del caprino (Lucy, 2005) y del bovino (Louw, 1989), cuyos estudios mostraron que estos surcos se desarrollaron en el segundo tercio de gestación. Respecto al surco endosagital, hasta lo observado en el día 323, este se ubicó en el borde medial de la cara dorsal del hemisferio, hecho que corresponde a lo descrito en alpacas adultas por Sato y McFarland (1970), pero que difiere con Delgado (1967) quien describe a este surco en la cara medial del hemisferio. El surco coronal se identificó en el extremo rostral del hemisferio, uniéndose al surco central tal y como se ve en el camello adulto (Kanan, 1973).

Los surcos esplénial, genual y calcarino se encontraron unidos formando un solo surco en el plano medial del hemisferio desde el día

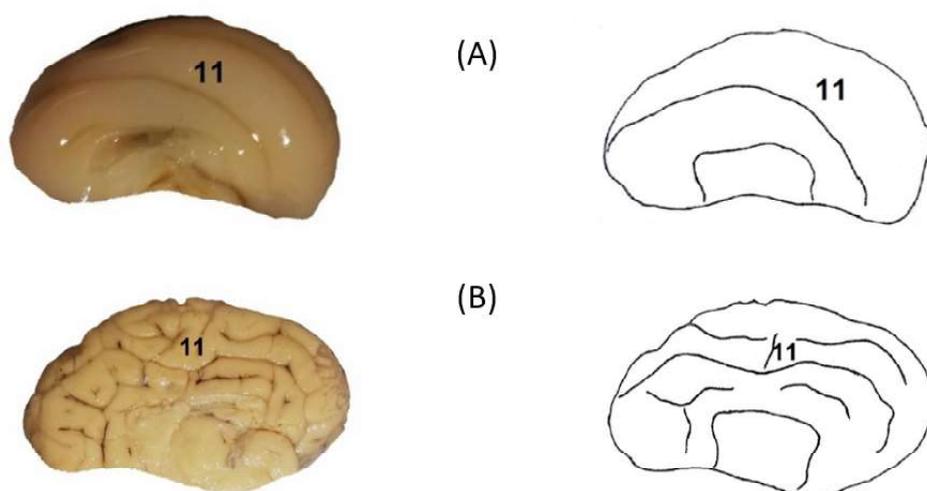


Figura 3. Vistas mediales del hemisferio cerebral derecho en fetos de alpaca. (A) de 3.57 meses; (B) de 10.78 meses

101, correspondiendo con el primer tercio de gestación; sin embargo, en el caso del equino, Anthony y Grzybowski (1930) describen a estos tres surcos unidos recién el final de la gestación. En el caso del bovino, mencionan a los surcos esplenial y genual en el primer tercio, pero el surco calcarino aparece recién en el segundo tercio (Louw, 1989).

El surco presilviano se encontró en la cara lateroventral del hemisferio, dorsal y paralelo al extremo rostral del surco rinal, tal y como fue descrito por Sato y McFarland (1970) en la alpaca adulta. Se identificó desde el día 128, dentro del segundo tercio de gestación, tal como en el bovino (Louw, 1989) a diferencia del caprino quien lo presenta a partir del tercer tercio de gestación (Lucy, 2005).

El surco central se evidenció en el segundo tercio de gestación, como se da en el caso del bovino (Louw 1989) y la cabra (Lucy, 2005). Su apariencia es la de un surco prominente, que siguió un curso dorsolateral inicialmente, para luego expandirse hacia la cara medial. Además, se encontró unido al surco

coronal. Esta última característica concuerda con lo reportado por Kanan (1973) en el camello adulto.

En la cara dorsal, el surco sagital y el surco ectosagital se encontraron juntos en el día 152. El desarrollo de estos dos surcos al paralelo se observó también en el caso del equino (Anthony y Grzybowski, 1930). El surco sagital se observó en el segundo tercio de la gestación lo cual también se vio en el mismo periodo en el bovino (Louw, 1989) y en la cabra (Lucy, 2005). Además, en el día 323 este surco era ondeado, lo cual difería con lo descrito por Sato y McFarland (1970), quienes describieron a este surco como rectilíneo. El surco ectosagital siguió un curso dorsal al surco suprasilviano, con el que se vio unido en su extremo rostral en el día 323, singularidad que se describió en la alpaca adulta (Sato y McFarland, 1970).

El surco diagonal se observó en el día 206; es decir, en el segundo tercio de gestación, a diferencia del caprino, el cual manifiesta este surco en el tercer tercio (Lucy, 2005). Sigue un recorrido dorsorostral, de-

lante de la rama media de la Fisura lateral, y en el día 230 casi se unió con el extremo rostral del surco suprasilviano, a diferencia de como se ve en la alpaca adulta (Sato y McFarland, 1970) y en el camello adulto (Kanan, 1973). Sin embargo, esta unión podría manifestarse más adelante conforme siga desarrollándose el cerebro.

El surco ectosilviano caudal se observó en el día 230; es decir, en el segundo tercio de gestación al igual que en el bovino (Louw, 1989), pero diferente al caprino el cual evidenció este surco en el tercer tercio de gestación (Lucy, 2005). Este surco se encontró inicialmente de forma independiente, y en el día 323 se vio unido a la rama caudal de la Fisura lateral. Esto es descrito por Sato y McFarland (1970), quienes también mencionan que puede encontrarse en algunos casos de forma independiente.

Los giros se describieron a partir del quinto mes, ya que fue en esta etapa donde los surcos se hicieron más profundos y, por ende, más manifiestos. Estos llevan en su mayoría los nombres de los surcos adyacentes, y se identificaron y nombraron en este estudio con ayuda de la Nómina Anatómica Veterinaria Ilustrada (Schaller, 2007).

CONCLUSIONES

En el neopalio de los fetos de alpaca, con edades gestacionales desde los 101 a 323 días se identificó:

- Un proceso de plegamiento cortical desde el primer tercio de gestación.
- Los surcos y giros estudiados comparten en su mayoría características con otras especies de ungulados.
- La disposición de los surcos y giros es asimétrica entre hemisferios del mismo individuo.
- La presencia del surco coronal en el día 101 (3.38 meses)

- Según los tercios de gestación, la alpaca presenta un orden cronológico de surcos muy parecido al del bovino.
- La unión de los surcos esplenial, gencial y calcarino se ve desde el primer tercio de gestación, a diferencia del equino y bovino.
- A partir del día 227 (7.5 meses) se observa el patrón adulto de los surcos y giros en la alpaca.

LITERATURA CITADA

1. **Anthony R, Grzybowski, J. 1930.** Le neopallium des équidés: étude du développement et de ses plissements. *J Anat.* 64: 147-169.
2. **Carlson BM. 2014.** Embriología humana y biología del desarrollo. 5ª ed. Elsevier. España. 595 p.
3. **Delgado J. 1967.** Anatomía del cerebro de la alpaca. Arequipa, Perú: Univ. Nacional de San Agustín de Arequipa. 13 p.
4. **Fowler M. 2010.** Medicine and surgery of camelids. 3rd ed. Singapore: Wiley-Blackwell. 499 p.
5. **Hall J. 2016.** Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. 13ª ed. Elsevier. España. 1168 p.
6. **International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. 2017.** Nomina Anatomica Veterinaria. 6th ed. ICVAN. 160 p.
7. **Kanan C. 1973.** The external configuration of the cerebral hemispheres of the camel. *Acta Anat* 85: 145-152. doi: 10.1159/000143990
8. **Louw GJ. 1989.** The development of the sulci and gyri of the bovine cerebral hemispheres. *Anat Histol Embryol* 18: 246-264. doi: 10.1111/j.1439-0264.1989.tb00600.x
9. **Lucy KM. 2005.** Prenatal development of brain in goats (*Capra hircus*). PhD Thesis. Kerala, India: Kerala Agricultural University. 391 p.

- 10. McGeady TA, Quinn PJ, FitzPatrick ES, Ryan MT. 2006.** Veterinary embryology. United Kingdom: Blackwell Publishing. 392 p.
- 11. Sato A, McFarland L. 1970.** Descriptive anatomical study of the cerebral hemispheres of the alpaca (*Lama pacos*). Bol Extraordinario FAM-UNMSM 4: 116-127.
- 12. Schaller O. 2007.** Illustrated veterinary anatomical nomenclature. 2nd ed. Germany: Thieme Publishing. 625 p.
- 13. Wrapp D, De Vlieger D, Corbett KS, Torres GM, Wang N, Van Breedam W, Roose K, et al. 2020.** Structural basis for potent neutralization of betacoronaviruses by single-domain camelid antibodies. Cell. doi: 10.1016/j.cell.2020.-04.031
- 14. Yasargil M. 1996.** Microneurosurgery. Germany: Georg Thieme. 526 p.