



FACULTAT
**DE CIÈNCIES
I TECNOLOGIA**

UVIC | UVIC·UCC

Lateraliat manual en tasques bimanuals en primats de la família Cercopithecidae en el Centre de Rehabilitació de Lwiro (República Democràtica del Congo)

LAURA SIMÓ TRILLO

Grau en Biologia

Tutor/a: Dra. Anna Badosa (UVic)

Co-tutor: Dr. Miquel Llorente (UdG)

UVic 14, gener de 2021

Agraïments

Voldria agrair a la Itzaso Velez de Burgo, directora del centre de Lwiro per acollir-me i brindar-me l'oportunitat de conèixer els primats de més a prop, també a en Leandro Murhula per acompanyar-me cada matí i tarda a realitzar les tasques i apropar-me a la cultura congoleesa.

Donar les gràcies als meus tutors d'aquest treball, el Dr. Miquel Llorente per suggerir-me el projecte, obrir-me possibilitats d'estudi, i la seva ajuda en les supervisions i revisions del treball.

A la Dra. Anna Badosa pel seu recolzament , les seves instruccions, supervisions i comentaris al llarg d'aquest mesos.

Finalment, agrair a la meva mare per encoratjar-me a seguir amb els estudis i donar-me el seu suport durant el grau

Resum

L'especialització hemisfèrica es pot veure reflectida en la preferència manual en els humans, que presentem una especialització en l'hemisferi esquerre i tenim una preferència manual per la dreta, això és el resultat de pressions evolutives. Per comprendre millor aquesta tendència és important que ens fixem en els nostres avantpassats primats no humans i estudiem la lateralitat manual. Aquest és el primer estudi que es realitza en Mico de Malbrouk *Chlorocebus cynosuros*, Mico de cua vermella *Cercopithecus ascacius*, Mico cara de mussol *Cercopithecus hamlyi*, Mico *Cercopithecus mitis* Mico de l'hoest *Cercopithecus l'hoesti* i pretén presentar una aproximació a les seves preferències manuals a través de la tasca tub analitzant les seves freqüències i bouts. Els resultats han mostrat una lateralització manual del 89,5% dels individus però només a nivell de grup per *Chlorocebus cynosuros*, i *Cercopithecus ascacius*. Referent al sexe no s'ha detectat cap preferència manual. El dit més utilitzat per dur a terme aquesta tasca va ser l'índex com ja s'havia previst anteriorment.

Summary

Hemispheric specialization can be reflected on the handedness preference, in humans. We present a specialization in the left hemisphere, and we have a manual preference for the right hand, as a result of evolutionary pressures. For a better understanding of this trend, it is important to study manual laterality in our nonhuman primate ancestors. This is the first study conducted on Malbrouck monkey *Chlorocebus cynosuros*, Red-tailed monkey *Cercopithecus ascacius*, Hamlyn's monkey *Cercopithecus hamlyi*, Blue monkey *Cercopithecus mitis*, L'hoest's monkey *Cercopithecus l'hoesti*. The study aims to present an approach to their manual preferences through the tube task by analyzing their frequencies and bouts. The results showed a manual lateralization of 89.5% of the individuals but only at the group level for *Chlorocebus cynosuros*, and *Cercopithecus ascacius*. No manual preferences were detected for sex. The finger used to perform this task was the index, as previously expected.

Title: Manual laterality in bimanual tasks in primates of the Cercopithecidae family at the Lwiro Rehabilitation Center (Democratic Republic of the Congo)

Author: Laura Simó Trillo

Supervisor: Dr. Miquel Llorente (UdG), Anna Badosa (UVic)

Date: January 2022

Keywords: tube task, handedness preference, lateralization

Índex de Continguts¹

1. Introducció	1
2. Objectius	5
3. Metodologia	6
3.1. Àrea d'estudi.....	6
3.2. Espècies sobre les quals s'ha fet l'estudi.....	7
3.3. Disseny d'estudi	11
3.4. Anàlisi de dades	15
3.5. Declaració Ètica.....	16
4. Resultats	17
4.1. Dades recollides.....	17
4.2. Resultats individuals.....	17
4.3. Preferència manual a nivell grupal	18
4.4. Influència de l'espècie i el sexe en la lateralitat manual	20
4.5. Ús dels dits.....	20
5. Discussió	21
6. Conclusió	23
6.1. Limitacions i millores a realitzar en projectes futurs.....	23
7. Bibliografia	24
Annex A	i
Annex B	iii

¹ Els apartats d'introducció, objectius, conclusions, bibliografia i Annexos són comuns en la majoria dels treballs. La resta d'apartats i subapartats poden canviar en funció de la tipologia del treball.

Llista de Taules

Taula 1: Mostra total utilitzada en aquest estudi diferenciant per espècie i sexe (F: femení, M: masculí) i numero total d'individus. També s'indica l'estat de conservació de cada espècie segons la IUCN: VU (vulnerable) i LC (preocupació menor). (IUCN 2021).....	13
Taula 2 : Definicions de les variables de l'estudi.....	14
Taula 3 : correlacio de Spearman entre <i>events</i> i <i>bouts</i> per HI i ABSHI.....	17
Taula 4 : Ones ample T-test de <i>Cercopithecus hamlyini</i>	18
Taula 5 : Ones ample T-test de <i>Cercopithecus cynosuroides</i>	18
Taula 6 : Ones ample T-test de <i>Cercopithecus lhoesti</i>	19
Taula 7 : Ones ample T-test de <i>Cercopithecus ascanius</i>	19
Taula 8 : Ones ample T-test de <i>Cercopithecus mitis</i>	19
Taula 9 : Freqüència de l'ús dels dits.....	20
Taula 10 : Influència del sexe en la lateralitat manual per bouts	iii
Taula 11: Influència del sexe en la lateralitat manual per events.....	iii

Llista de Figures

Figura 1 : Localització del centre de Rehabilitació de primats de Lwiro (símbol del color verd), a la República Democràtica del Congo. Mapa d'Àfrica a l'esquerra. Escala 1:211137 Font: QGIS.....	6
Figura 2 : <i>Cercopithecus ascanius</i> a punt d'agafar un tub, vigila que ningú estigui prop seu. Autora: Laura Simó.....	7
Figura 3 : <i>Cercopithecus hamlyni</i> , de nom Kabacele alimentant-se al centre de Recuperació de Lwiro. Autora: Laura Simó.....	8
Figura 4 : <i>Cercopithecus mitis</i> (Autor: Guisseppe Maza).....	9
Figura 5 : <i>Cercopithecus lhoesti</i> . Font:ADW Autor: Charles J.Sharp.....	9
Figura 6 : <i>Chorocebus cynosorus</i> , Fizzi observant els tubs. Autora :Laura Simó.....	10
Figura 7 : Tallant les canonades de PVC que es van utilitzar durant l'estudi amb en Leandro Murhula (Autora: Itzaso Velez.) A la esquerra podem observar un dels tubs utilitzats durant l'estudi.....	11
Figura 8 : Mans de <i>Cercopithecus ascanius</i> amb els registres digitals marcats. Autora: Laura Simó.....	12
Figura 9 : Gràfic del HI per espècies.....	20

1. Introducció

L'asimetria és una propietat intrínseca a la naturalesa de l'ésser humà (Perelle & Ehrman, 1994) i d'altres espècies animals com peixos, amfibis, rèptils o mamífers (Bisazza et al., 1998). Diverses espècies de vertebrats (Lippolis et al., 2002; Yamauchi et al., 2004) i alguns invertebrats (Duistermars et al., 2009; Frasnelli, 2013) presenten una lateralització funcional en el seu cervell, indicant que es tracta d'una propietat que podria haver proporcionat importants avantatges evolutius. Tant a nivell estructural com funcional els animals estan lateralitzats (Liang et al., 2021). De fet, una de les característiques que defineix l'espècie humana és la lateralització (M. Cubí & Llorente, 2021a).

Des del punt de vista del comportament, la dominància manual o *handedness* és una de les asimetries funcionals més clarament establertes en l'ésser humà (Annett, 2006). Aquesta asimetria a nivell poblacional pel que fa les accions manuals és una especialització hemisfèrica del cervell que s'ha associat amb els orígens del llenguatge i les habilitats cognitives complexes en humans (Crow, 2004; Hopkins, 2007). Durant un temps es va estudiar si la dominància manual era específica de l'espècie humana i havia co-evolucionat amb l'ús de les eines i el llenguatge complex o podia estar present en altres animals (Fitch & Braccini, 2013; Prieur et al., 2019).

En l'espècie humana el 90% de la població té una dominància manual de la seva mà dreta (Annett, 2006). Tot i que pot haver-hi diferències geogràfiques i culturals (Faurie et al., 2005; Marchant et al., 1995) en aquest tret, majoritàriament els humans utilitzen la seva extremitat superior dreta per la majoria de tasques (McManus, 2002). Evidències arqueològiques han pogut suggerir que els neandertals eren dretans a nivell d'espècie (Lambert, 2012). Els patrons de microdesgast dental en homínids fòssils (p.ex. *Homo heidelbergensis*, *Homo neanderthalensis*) també indiquen un ús preferent de la mà dreta durant les operacions d'alimentació (Bermúdez de Castro et al., 1988; Lozano et al., 2009). Encara que els estudis proposen influències genètiques, neuronals, socioculturals per justificar la lateralitat manual dretana el mecanisme exacte responsable de la lateralitat manual segueix sense tenir una resposta. És a dir, s'han proposat diverses pressions selectives intrínseques (característiques demogràfiques i socials de les espècies) i extrínseques (característiques comportamentals i relacionades amb el context) que han pogut influir sobre la intensitat, direcció i consistència de les preferències manuals i sobre l'origen de la dominància manual dretana en els humans (Prieur et al., 2019; Smaers et al., 2012).

Tanmateix, a falta de dades addicionals, queda per determinar quan van evolucionar per primera vegada les preferències de les extremitats a nivell d'espècie. Diferents teories intenten donar explicació al moment de l'aparició de la lateralitat manual (Llorente Espino, 2011).

La teoria de l'origen postural (MacNeilage, 1991) suggereix que la lateralitat manual va aparèixer a conseqüència de pressions de selecció que afavorien una tendència lateral. Es proposa que un primer ancestre primat arborícola necessitava la mà dreta per agafar-se a les branques mentre utilitzava la mà esquerra per tasques guiades visuals com la depredació d'insectes i manipulació d'aliments. Quan aquests primats es van fer més terrestres i van tenir més oportunitats de manipulació bimanual la mà esquerra va seguir sent emprada per recollir aliment i aguantar-lo mentre amb la dreta es manipula l'aliment (Westwood et al., 2000).

La teoria del bipedisme suggereix que l'aparició d'una preferència manual en els humans està relacionada amb l'aparició del bipedisme, es proposa que la postura bípeda provoca de forma directa la lateralització del cervell i de les mans. El canvi d'una postura quadrúpeda que és més estable a una postura bípeda hauria ocasionat major complexitat en el control d'equilibri exigint un increment de les activitats cerebrals (Westergaard et al., 1998). La lateralització seria una solució per millorar les capacitats del cervell per mantenir l'equilibri. Aquesta teoria es pot veure recolzada pel fet que els estudis en primats no humans que adopten una postura bípeda exhibeixen una lateralització més semblant a la dels humans augmentant l'ús de la mà dreta (Sanford et al., 1984).

La Teoria de l'ús dels instruments Assumeix que la dominància manual va evolucionar com una adaptació a la coordinació bimanual que exigia l'ús d'instruments. A part, altres autors com Calvin (1983) han fet referència a la importància de la conducta instrumental de "llençar" o "tirar" i la seva relació amb la lateralització manual, ja que els requeriments cognitius per aquestes tasques són elevats, fent així una pressió selectiva per l'aparició de la lateralització. Es considera que tot i que l'ús d'instruments en primats no humans no sigui l'única causa de lateralització, sí que té un paper clau en el desenvolupament de la lateralització (Braccini et al., 2010; Yamauchi et al., 2004).

La teoria de la complexitat de la tasca argumenta que la presència de lateralització dependrà de la dificultat de la tasca. Els investigadors Fagot i Vauclair (1991) proposen que les tasques més senzilles (tasques de nivell baix; *low-level tasks*) no són sensibles a lateralitat manual, donant com a resultat un ús ambipreferent de les mans. Per contra, les tasques cognitiva i manipulativament més complexes (tasques de nivell alt; *high-level tasks*; p.ex. les tasques bimanuals) "forcen" l'especialització hemisfèrica cerebral, generant per tant, un ús preferent d'una de les extremitats. Les tasques de baix nivell són activitats relativament senzilles i que es donen de forma rutinària en la vida dels primats no humans, el procés cognitiu que les acompanya és senzill i no revela una especialització de l'hemisferi cerebral. Aquesta seria per exemple l'experiència de recollir aliments estesos per terra. D'altra banda, les tasques complicades de nivell alt comporten altes habilitats motores, les acompanya un procés cognitiu complex i revela una especialització de l'hemisferi cerebral. Un exemple de tasca utilitzada en aquest context seria la de l'extracció d'aliment d'un tub (*tube task*) on es necessita la coordinació de les dues mans (Canteloup et al., 2013).

Els primats no humans poden ser un bon model per comprendre el desenvolupament de les asimetries cerebrals humanes (Fitch & Braccini, 2013) i dels mecanismes evolutius implicats en el seu desenvolupament (Meguerditchian et al., 2013). Tot i que històricament s'han considerat que la dominància manual estaria relacionada i hauria co-evolucionat amb l'especialització hemisfèrica cerebral i les habilitats lingüístiques, recentment s'ha posat en qüestió. Diversos estudis han pogut identificar la presència de preferències manuals en diverses espècies de primats no humans (Fitch & Braccini, 2013; Hopkins, 2013), posant en dubte de quina manera el llenguatge és un pre-requisit imprescindible per l'evolució de la lateralitat manual. D'aquesta manera, s'estan proposant altres mecanismes explicatius, considerant que diversos trets conductuals com el bipedisme (Braccini et al., 2010) o les accions bimanuals (Hopkins et al., 2003; Llorente et al., 2011) podrien haver estat els veritables impulsors de la dominància manual humana. Malgrat l'existència de nombrosos estudis sobre les asimetries manuals en primats no humans des de fa dècades (Brésard & Bresson, 1983; Reynolds, 1975), els resultats obtinguts han estat dispersos i incongruents (Hopkins, Stoinski, et al., 2003; Papademetriou et al., 2005). Entre d'altres factors, la diversitat de metodologies utilitzades i tasques avaluades no han permès concloure si la lateralitat manual és un tret inherent a l'ordre primat (Humle et al., 2009).

En aquest sentit, i per unificar i estandarditzar metodologies, la *tube task* (extracció bimanual d'aliment d'un tub) ha sigut una de les tasques experimentals més utilitzada en les darreres dècades des de la proposta de Hopkins (1995). Aquest procediment ha demostrat ser altament sensible en la detecció de les asimetries funcionals en l'ús de les mans en diverses espècies de primats (p. ex., Chapelain & Hogervorst, 2009; Cubí & Llorente, 2021; Llorente et al., 2011b; Morino et al., 2017). La *tube task* requereix d'una certa complexitat manipulativa i cognitiva, i obliga a realitzar una acció bimanual de manera coordinada entre les dues mans: la mà dominant i la subordinada. S'ha utilitzat anteriorment per estudiar els cercopitecins (Maille et al., 2013), langurs (Cubí & Llorente, 2021), mones daurades [*Rhinopithecus roxellana*](Liang et al., 2021), mones aranya [*Ateles geoffroyi*] (Motes Rodrigo et al., 2018), hilobàtids (Morino et al., 2017), i especialment grans simis ((Miquel Llorente et al., 2011)). Tot i això queden moltes espècies per avaluar ja que en total només s'han estudiat 46 espècies de primats d'un total de 520 espècies de primats descrites (M. Llorente, 2019), i s'han publicat 53 articles científics on utilitzaven experimentalment aquesta tasca (Soto et al., 2021).

La majoria dels assajos de la *tube task* s'han dut a terme de manera experimental amb animals en captivitat (Meunier & Vauclair, 2007a; D. Zhao et al., 2016) i en menor mesura amb animals en estat salvatge (p.ex.: Wei et al., 2012) o allotjats en centres de recuperació en entorns naturalitzats (p.ex., Llorente et al., 2011). Els estudis de camp amb animals en estat silvestre suposen una dificultat afegida, i no sempre és factible.

Un estudi recent (Tamura & Akomo-Okoue, 2021) dut a terme amb gorilles en el seu hàbitat natural (*Gorilla gorilla gorilla*) ha observat el seu patró de comportament alimentari mentre es nodrien del gingebre africà que, per una part contenia tasques unimanuals com seria arrencar les tiges i per altre tasques bimanuals com seria extreure

la medul·la de la tija del gingebre per menjar. Les conclusions van ser que tots els individus van mostrar una preferència per la mà dreta en un 70%, suggerint de nou que les tasques bimanuals complexes són les més adients per detectar les preferències manuals.

2. Objectius

L'objectiu d'aquest treball va ser realitzar una avaluació de les preferències manuals, a través de la *tube task* en cinc espècies de cercopitècids que no havien sigut mai estudiades: Mico de Malbrouk (*Chlorocebus cynosuros*), Mico de cua vermella (*Cercopithecus ascacius*), Mico cara de mussol (*Cercopithecus hamlyni*), Mico blau (*Cercopithecus mitis*) i Mico de l'Hoest (*Cercopithecus lhoesti*). Els objectius específics van ser (1) determinar les preferències manuals a nivell individuals i a nivell de grup en aquestes espècies, (2) analitzar les possibles diferències en funció de sexe i l'espècie en la direcció (dreta o esquerra) i en la intensitat (grau o força de la preferència) de les preferències manuals, i (3) avaluar l'ús dels dits durant l'extracció de l'aliment en la tasca.

En base a estudis anteriors fets en altres espècies de la família Cercopithecidae (Cubí & Llorente, 2021) es va predir que les espècies estudiades presentarien unes clares preferències manuals a nivell individual però no grupal. Tampoc s'esperaven diferències a nivell de sexe o espècie i s'esperava que el dit més utilitzat durant la tasca d'extracció fos el dit índex.

3. Metodologia

3.1. Àrea d'estudi

El Centre de Rehabilitació de Primats de Lwiro (<https://www.lwioprimates.org/>), a la República Democràtica del Congo, acull 92 ximpanzés i 108 micos de 13 espècies diferents, tots ells víctimes de el comerç de mascotes i / o caça furtiva. És un santuari acreditat per la Pan African Sanctuary Alliance (PASA) que troba a 4 km al sud del Parc Nacional de Kahuzi-Biega, Kivu Sud (2°14'22 "S 28°48'27" E; 1715msm; Figura 1) que està considerat per la UNESCO coma Patrimoni de la Humanitat en perill des del 1997. Alhora, aquest parc nacional està classificat per la UICN com el tercer lloc més important a nivell mundial per a la conservació del ximpanzé oriental (*Pan troglodytes schweinfurthii*).

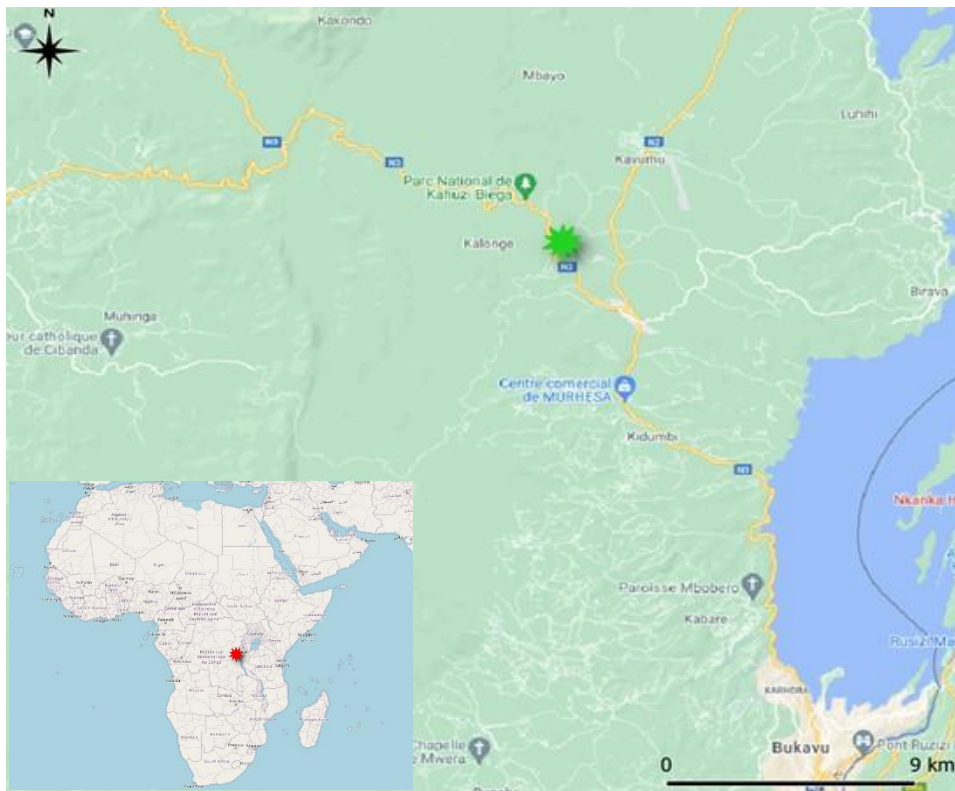


Figura 1 : Localització del centre de Rehabilitació de primats de Lwiro (símbol del color verd), a la República Democràtica del Congo. Mapa d'Àfrica a l'esquerra. Escala 1:211137 Font: QGIS

Lwiro és un santuari que acull animals confiscats per les autoritats locals. Allotja majoritàriament primats, tot i que també tenen un nombre considerable de lloros grisos (*Psittacus erithacus*). La funció principal del centre és la de rehabilitar aquells individus que han arribat amb l'objectiu de poder reintroduir-los al seu hàbitat natural. Actualment aquesta és una opció molt difícil i poc viable a la República Democràtica del Congo, ja

que els seus hàbitats han estat destruïts i són zones molt insegures, és a dir les condicions de les zones on van ser rescatats haurien de millorar per poder alliberar-los, això sense tenir en compte tot el que implica la reintroducció.

El santuari també intenta treballar amb el programa educatiu de *Roots and Shoots* de l'Institut Jane Goodall, a través de l'educació i la sensibilització de nens i adults sobre la importància de protegir i cuidar els animals i els seus hàbitats naturals.

3.2. Espècies sobre les quals s'ha fet l'estudi

Aquest estudi es va realitzar en cinc espècies de la família *Cercopithecidae*, quatre del gènere *Cercopithecus* i una del gènere *Chlorocebus*.

Els *Cercopithecidae* es distribueixen per Àfrica, la Índia, i sud-est asiàtic, a Europa només els podem trobar a la zona de Gibraltar. Habiten un rang divers d'ecosistemes des de selves tropicals primàries, boscos secundaris i terciaris incloent sabanes i zones humides. Existeixen 22 gèneres i 133 espècies. Totes cinc espècies de l'estudi es troben exclusivament a Àfrica (Swindler, 2002).

Cercopithecus ascanius



Figura 2 : *Cercopithecus ascanius* a punt d'agafar un tub, vigila que ningú estigui prop seu. Autora: Laura Simó.

Cercopithecus ascanius o mico de cua vermella (Figura 2) és una espècie de primat del qual s'han reconegut cinc subespècies. Es caracteritzen per un morro de color blanc i una llarga cua vermella. Són micos de mida corporal petita. Els mascles fan aproximadament uns 46 cm d'alçada i pesen uns 4,1 kg mentre que les femelles tenen una alçada de 38 cm i un pes aproximat de 2,9 kg. Aquesta espècie es troba en boscos humits de terres baixes, prop de pantans, i boscos de ribera. També la podem trobar en boscos degradats i en boscos secundaris de manera que aguanta relativament bé les pressions antròpiques (Struhsaker, 1969). Així i tot, les seves poblacions han estat altament fragmentades, actualment està classificada com una espècie de preocupació menor (LC) per la IUCN. La seva mida petita fa que no siguin una presa desitjada pels caçadors. La seva dieta és frugívora-insectívora tot i que també s'alimenta

de fulles joves. La mida típica d'un grup és de 25-30 individus (Monkey & Jong, 2019)

El recinte on es trobava aquesta espècie té una extensió de 648 m² i en el interior s'hi trobaven arbres i un medi molt salvatge imitant el seu estat natural. La capacitat del recinte està pensada per acollir un màxim de 22 individus tot i que actualment n'hi ha 11 (Lwiro, n.d.).

Cercopithecus hamlyni

Cercopithecus hamlyni o mico cara de mussol (Figura 3), juntament amb el recentment descobert *Cercopithecus lomamiensis* (Hart et al., 2012) es caracteritzen per ser dues



espècies restringides de distribució molt limitada que només viuen en els boscos de terres baixes i muntanyes a l'est de la República Democràtica del Congo (Fhasnel, 1907). La desforestació i fragmentació de l'hàbitat, juntament amb la pressió cinegètica (es caça per consum humà) han fet disminuir les seves poblacions, fent així que actualment sigui classificada com una espècie vulnerable (VU) per la IUCN (Stein & Birch, 2020). La dieta d'aquels primats ha estat poc estudiada però se sap que s'alimenten de fruites i llavors. És una espècie molt fàcil de reconèixer perquè els individus tenen una línia blanca vertical que els creua la cara i d'aquí el nom mico cara de mussol. Els mascles, a més a més, tenen l'escrot de color turquesa fluorescent (Colyn & Rahm, 1987). Presenten cert dimorfisme sexual pel que fa la mida corporal ja que els mascles tenen una alçada de 65 cm i un pes mitjà de 7 Kg mentre que les femelles tenen una alçada de 55 cm i un pes mig de 4,5 Kg.

Figura 3 : *Cercopithecus hamlyni*, de nom Kabacele alimentant-se al centre de Recuperació de Lwiro.

Autora: Laura Simó.

El recinte on es trobava aquesta espècie té una extensió de 648 m² i una capacitat per 22 individus tot i que actualment n'hi ha 14. A diferència d'altres recintes aquí hi ha una petita bassa d'aigua que es buidava i netejava cada dia. (Lwiro, n.d.)

Cercopithecus mitis



Cercopithecus mitis o mico blau (Figura 4) és una espècie de primat del qual es coneixen 17 subespècies que habiten en molts tipus diferents de boscos inclosos els humits i els de bambú i terres baixes. La mida dels grups acostuma a ser entre 10 i 25 individus, tenen una dieta omnívora molt flexible, tot i que principalment mengen fruits madurs i invertebrats. (Henzi & Lawes, 1987) .No presenten dimorfisme sexual gran pel que fa la mida corporal ja que tots dos sexes tenen un pes entre 4-6 kg, i una alçada entre 49-60 cm, sent els mascles una mica més voluminosos.

Figura 4 : *Cercopithecus mitis* (Autor: Guiseppe Maza)

Actualment és una espècie amenaçada classificada com de menor preocupació (LC) segons la IUCN, tot i que les seves àrees de distribució estan patint una fragmentació de l' hàbitat (Butynski, 2019)

El recinte on es trobava l'espècie té una extensió de 863 m² amb capacitat per 29 individus, actualment n'hi ha 12.

Cercopithecus lhoesti



Figura 5 : *Cercopithecus lhoesti*. Font:ADW Autor: Charles J.Sharp

Cercopithecus lhoesti o mico de l'Hoest (Figura 5) és una espècie de mico que només es troba a la República Democràtica del Congo a la frontera amb Uganda i amb Ruanda. El fet que la seva àrea d'extensió sigui molt limitada fa que sigui classificada com una espècie vulnerable (VU) per la IUCN. Aquesta espècie viu a selves tropicals i muntanyes, incloent boscos primaris i secundaris (Gautier et al., 2002). Es troben en

zones de grans altituds que poden arribar als 2.500 m. Són uns micos amb unes extremitats sorprenentment llargues. Les femelles tenen un pes aproximat de 3,5 kg i mesuren entre 30-58 cm d'alçada mentre que els mascles pesen 6 kg mesuren entre 31-69 cm. La seva dieta es basa principalment de fruits i fulles, també d'invertebrats, sense que aquest tinguin un pes rellevant a la seva dieta menys de un 9%, es troben en grups de 10-17 individus.

El recinte on es localitzava l'espècie té una extensió de 800 m² i capacitat per 24 individus tot i que actualment n'hi ha 11.

Chlorocebus cynosuros

Chlorocebus cynosuros o mico de Malbrouk (Figura 6) és una espècie de primat que viu principalment a les sabanes però té una gran capacitat d'adaptació a boscos oberts, praderies, i fins i tot també viuen en entorns rurals o urbans, on són experts en assaltar cultius. És una espècie omnívora que s'alimenta principalment de fruits i llavors (Fleagle & Seiffert, 2020). Les femelles mesuren aproximadament 40 cm i pesen 3 kg mentre que els mascles són de mida més gran uns 5 kg i arriben a mesurar 60 cm. Es troben en grups d'entre 15-30 individus.



Actualment és una espècie amenaçada classificada com de menor preocupació (LC) ja que té una àmplia distribució geogràfica. Les amenaces principals per aquesta espècie són el mascotisme i la fragmentació de l'habitat. A la regió d'Angola on també la podem trobar es ven en els mercats per la seva carn. (Monkey & Wallis, 2019) (Figura 6).

El recinte on es troba l'espècie té una extensió de 800 m² i té capacitat per 27 individus, actualment n'hi ha 12.

Figura 6 : *Chlorocebus cynosorus*, Fizzi observant els tubs. Autora :Laura Simó

3.3 Disseny d'estudi

Per avaluar la preferència manual en primats, objectiu d'aquest Treball Final de Grau, vaig fer servir un procediment de treball experimental descrit en estudis anteriors (Martina Cubí & Llorente, 2021a; Padrell et al., 2019) conegut com la *tube task*, que consisteix en un tub l'interior del qual conté aliment atractiu per l'individu a estudiar. La *tube task* facilitarà que l'individu utilitzi les dues mans per extreure l'aliment: una mà que serà la dominant (la introduïda dins el tub per agafar l'aliment) i l'altre la subordinada (la que aguantarà el tub). Aquest procediment de treball es basa en la metodologia descrita per Hopkins (1995) per a la *tube task*, seguint un mètode senzill a la hora de mesurar les preferències en l'ús de la mà. Degut a la seva complexitat a l'hora de realitzar-se, determina amb certa facilitat la mà dominant.

Per dur a terme l'experiment de la *tube task* es va utilitzar un tub de plàstic o PVC, o bé un tros de mànega amb l'interior buit. En un principi, el tub de PVC tenia unes dimensions de 7cm de llargada x 1,5cm de diàmetre tal com s'havia utilitzat en altres estudis (Morino et al., 2017; D. Zhao et al., 2012), però les espècies del nostre estudi eren de mida corporal més petita i es van haver de descartar els tubs grans. Aquests es van reemplaçar per tubs de mida més petita (4cm de llargada x 1,3cm de diàmetre, (Figura 7), ja que els individus podien utilitzar els quatre dits a la vegada.

L'interior del tub estava omplert d'un aliment apetitós. Concretament, es va utilitzar mantega de cacauet, que resultava molt atractiva per a les espècies de l'estudi. Durant la sessió experimental es va lliurar un tub a cada individu de l'estudi per tal que el subjecte amb una mà i introduís el dit de l'altre mà per treure l'aliment.



Figura 7 : Tallant les canonades de PVC que es van utilitzar durant l'estudi amb en Leandro Murhula (Autora: Itzaso Velez.) A la esquerra podem observar un dels tubs utilitzats durant l'estudi.

Abans d'iniciar un episodi *bout* s'identificava l'individu. Tot seguit s'enregistrava la mà (*R*, dreta, o *L*, esquerra) i el dit (D1 a D5) que l'individu utilitzava per extreure l'aliment del tub utilitzant el codi que es mostra a la Figura 8. Les sessions es van registrar en el programa *Zoomonitor* en temps real. Una sessió és el temps que dura d'ençà que es produeix la primera resposta d'extracció fins a l'última. (veure totes les definicions a la Taula 2)



Figura 8 : Mans de *Cercopithecus ascanius* amb els registres digitals marcats.
Autora: Laura Simó

Aquest estudi es va realitzar amb un total de 59 individus de 5 espècies diferents: 12 de l'espècie *Cercopithecus mitis*, 14 de l'espècie *Cercopithecus hamlyni*, 12 de l'espècie *Chlorocebus cynosuros*, 11 de l'espècie *Cercopithecus ascanius* i 10 de l'espècie *Cercopithecus lhoesti*. Del total d'individus, 21 eren femelles i 38 mascles (Taula 1).

Taula 1: Mostra total utilitzada en aquest estudi diferenciant per espècie i sexe (F: femení, M: masculí) i numero total d'individus. També s'indica l'estat de conservació de cada espècie segons la IUCN: VU (vulnerable) i LC (preocupació menor). (IUCN 2021).

Espècie	Nom comú	Femelles	Mascles	Total	Estatut de conservació
<i>Cercopithecus mitis</i>	Mico blau	3	9	12	LC
<i>Cercopithecus hamlyni</i>	Mico cara de mussol	7	7	14	VU
<i>Cercopithecus ascanius</i>	Mico de cua vermella	3	8	11	LC
<i>Chlorocebus cynosuros</i>	Mico de Malbrouk	4	8	12	LC
<i>Cercopithecus lhoesti</i>	Mico de l'hoest	4	6	10	VU
Mostra total		21	38	59	

Les dades de preferència manual per cada individu al realitzar la *tube task* es van enregistrar seguint una estratègia focal de registre d'esdeveniments / episodis no cronometrats (*focal untimed-event/bout sampling*) (Bakeman & Quera, 2011) mitjançant el programa *Zoomonitor*. Aquesta aplicació informàtica va ser dissenyada al 2016 per Lincoln Park Zoo (Ross et al., 2016) per enregistrar comportament animal (<https://zoomonitor.org/home>)

El període d'observacions va anar des de mitjans de juny fins a principis d'agost del 2021. Es van realitzar unes 10 sessions diàries aproximadament, entre 7 i 8 al matí (6:30h-11:00h) i entre 2 i 3 a la tarda (14:00h-16:00h.). Simultàniament, vam gravar en vídeo més del 50% de les sessions d'observació. Aquesta tasca la duia a terme en Leandro Murhula, un assistent local que m'acompanyava i que em va ajudar molt en tasques logístiques (Figura 7). Per intentar que tant el càmera i jo no influíssim directament en la recopilació de les dades ens situàvem a una distància de 1 o 2 m, sempre que es podia.

Encara que només s'observava a un individu per sessió, els cuidadors lliuraven diversos tubs farcits amb mantega de cacauet a tots els membres del grup per evitar disputes o que la tasca fos retinguda o apropiada per aquells individus més dominants del grup.

La selecció de les sessions es va fer per criteris conductuals (Quera & Losada, 2014). És a dir, les sessions començaven quan el subjecte prenia el tub i realitzava una primera extracció de l'aliment i acabaven quan el subjecte deixava anar el tub o l'abandonava durant més de un minut, tal com marquen estudis similars (Martina Cubí & Llorente, 2021a). D'aquesta manera, les sessions no tenien una durada determinada, però no es van

arribar a superar els 20 min abans de durada. Les sessions només eren vàlides quan s'obtenien un mínim de sis accions d'extracció d'aliment per cada individu, tal i com marca en altres protocols (Hopkins, 1995; M. Llorente et al., 2009)

Taula 2 : Definicions de les variables de l'estudi

Variables predictores	Definició
Espècie	<i>Cercopithecus hamlyni</i> <i>Cercopithecus ascanius</i> <i>Chlorocebus cynosuros</i> <i>Cercopithecus mitis</i> <i>Cercopithecus lhoesty</i>
Sexe	(1) Femella (2) Mascle
Subjecte	Codi d'identificació dels individus
Variable resposta	Definició
Esdeveniments/ <i>events</i>	Cada vegada que es completa la seqüència d'accions que s'inicia amb l'individu inserint un dit dins al tub i s'acaba amb l'individu col·locant el menjar a la boca
Episodis/ <i>bouts</i>	Conjunt d'esdeveniments fins que l'individu abandona el tub: canvia la mà que el sosté, gira el tub o passa més de 60 s sostenint el tub sense realitzar la tasca . Un bout inclou mínim 6 events
Ús de dits	Dit que fa servir l'individu en cada esdeveniment. Definit per (D1) polze, (D2) dit índex, (D3) dit mig, (D4) dit anular, (D5) dit petit.

Per diferents motius que s'exposen a continuació alguns dels primats seleccionats inicialment per fer l'estudi van haver de ser descartats:

Chlorocebus cynosuros: es van descartar tres individus, la Carolina i en Degeme que no van presentar interès en la tasca i en Mayele que va ser eliminat doncs li faltava el dit 2L.

Cercopithecus ascanius : es van descartar cinc individus, tres que no van presentar interès en la tasca (Tuti-fruti i Amsar,Kasikila,) i dos més (Wualwun i Mani) que eren molt joves i feia poc que havien arribat al centre. Als individus joves, de vegades els resulta difícil desenvolupar una tasca complexa com aquesta.

Cercopithecus hamlyni : es van descartar tres individus, en Bernard I que no va poder agafar cap tub ja que vivia en un recinte amb un grup de Mangabei (*Lophocebus aterrimus*) i un mico solitari (*Erythrocebus patas*) que no li deixaven apropar-se al tub de cap manera. També es va descartar en Bernard II, que vivia aïllat, i tot i que cada dia se li entregava un tub no va presentar cap mena interès, i finalment en Kabi que va ser descartat per ser un individu molt jove.

Cercopithecus mitis: es van descartar vuit individus, en Zovi que tenia una ferida al braç i no va presentar interès, en Itombwe que no tenia braç, i sis individus més que no van presentar interès, en Nkingi , en GP, en Pumba, en Si, en Kipepeo i en Mayurano.

Cercopithecus lhoesti: És van descartaren quatre individus, en Sata, en Tchami, en Kitchua i en Kambegeti per falta d'interès en el tub

3.4 Anàlisi de dades

Es va utilitzar un índex de lateralitat (*handedness index*, HI) per calcular la preferència individual i grupal dels esdeveniments (*events*) i dels episodis (*bouts*). L'índex es va calcular seguint la següent fórmula descrita a Hopkins (1995) (la suma d'accions R menys la suma d'accions L dividit per la suma total d'accions) . Els valors de HI van de -1 a +1, sent els valors propers a -1 els individus esquerrans i els propers a +1 dretans. També es van calcular els valors absoluts de l'índex de lateralitat (ABSHI) per avaluar la intensitat de preferència manual, tant pels esdeveniments (*events*) com pels episodis (*bouts*). Els valors del ABSHI van de 0 a 1, sent els valors propers a 1 els més intensament lateralitzats i els valors propers a 0 els més ambipreferents.

La preferència manual dels individus (dretans o esquerrans) es va calcular a partir dels seus valors de puntuació Z (Hopkins et al., 2001) Els individus amb puntuacions Z superiors o iguals a +1,96 es van classificar com a dretans, mentre que aquells amb valors inferiors o iguals a -1,96 es van classificar com esquerrans. La resta d'individus es van classificar com a ambipreferents. Per verificar els resultats de preferència manual obtinguda amb les puntuacions Z es va realitzar una prova binomial (Miquel Llorente et al., 2011). Aquesta prova va consistir en comparar el número d'accions realitzades amb la mà dreta i amb la mà esquerra, per tal d'avaluar si aquestes diferències eren estadísticament significatives.

Es van utilitzar tècniques estadístiques descriptives (percentatge) per avaluar la preferència d'ús dels dits en funció de el nombre total d'accions registrades. Es va comprovar la correlació de les puntuacions de HI i ABSHI obtingudes pels dos mètodes de mesura diferents —esdeveniments i episodis— amb una prova de correlació de Spearman. Aquesta prova també es va utilitzar per obtenir la correlació entre el número de respostes dels individus i els seus valors de HI i ABSHI. Vam avaluar la preferència manual a nivell grupal/poblacional —amb les puntuacions de HI per a events— i mitjançant la prova t d'una mostra de Wilcoxon (Martina Cubí & Llorente, 2021a). Les diferències dels valors HI i ABSHI en funció de l'espècie i el sexe es van contrastar amb les proves d'Anova de Kruskal-Wallis i U de Mann-Whitney de mostres independents.

Totes les anàlisis es van realitzar amb el programari estadístic JASP (versió 0.14.1), que utilitza paquets del programa R. Es va considerar un nivell alfa de 0,05 com a punt de tall de significació. Totes les proves estadístiques utilitzades van ser no paramètriques ja que en cap cas es complien els criteris de normalitat.

3.5 Declaració Ètica

Aquest projecte segueix els protocols aprovats per la Directiva 2010/63/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 22 de setembre de 2010, sobre la protecció dels animals utilitzats amb finalitats científiques. També segueix les pautes institucionals per a la cura i maneig de primats establertes pel Centre de Rehabilitació de Primats de Lwiro i la Societat Primatològica Internacional (*International Primatological Society*).

4. Resultats

4.1. Dades recollides

Vam obtenir un total de 5122 respostes de *events* i 2538 de *bouts* (veure dades Annex A). Globalment es van fer 2583 *events* amb la mà dreta (50,43%) i 2539 (49,57) amb la mà esquerra. Per el que fa als *bouts*, 1249 es van realitzar amb la mà dreta (49,21%) i 1289 (50,78%) amb la mà esquerra.

En referència als esdeveniments, cada individu va realitzar una mitjana de $104,53 \pm 63,51$ accions manuals (rang 20, 362), amb una puntuació mitjana de HI de $-0,057 \pm 0,889$ (rang 1, -1) i una ABSHI mitjana de $0,836 \pm 0,281$ (rang 0 i 1). Per el que fa els *bouts*, cada individu va realitzar un promig de $56,4 \pm 28,42$ accions manuals (rang 136 i 23) amb una puntuació mitjana HI $0,028 \pm 0,871$ (rang 1, -1) i una ABSHI mitjana de $0,807 \pm 0,305$ (rang 0,+1).

No vam detectar cap tipus de correlació entre el número de respostes d'un individu i els seus valors de HI o ABSHI, tant per a *events* com per *bouts* (excepte per event i HI)(Taula 3)

Taula 3 : correlacio de Spearman entre *events* i *bouts* per HI i ABSHI

Correlation		Events		Bouts	
		Spearman's rho	p	Spearman's rho	p
TOTAL	HI	0.339	0.017	-0.102	0.503
TOTAL	ABSHI	-0.134	0.360	-0.032	0.836

4.2. Resultats individuals

Hem utilitzat la puntuació Z i la prova binomial per definir la significació de la preferència manual de cada individu . Pel que fa als *events*, el 89,8% de la mostra estava lateralitzada: 23 individus van ser esquerrans (46,94%) i 21 van ser dretans (42,86%), mentre que es van detectar cinc individus ambipreferents (10,2%). Per el que fa els *bouts* tenim 19 individus esquerrans (42,22%) i 21 dretans (46,67%) i cinc individus ambidextres (11,11%) per el total dels *bouts* un (88,89%) de la mostra estava lateralitzada.

4.3. Preferència manual a nivell grupal

La prova t-test d'una mostra de Wilcoxon no va detectar una preferència manual a nivell grupal pels 59 individus analitzats en l'estudi per la tube task, ni per *events* ni per *bouts* ($p=0,645$).

Un cop analitzada cada espècie de forma individual es va detectar diferències significatives en *Cercopithecus ascanius* amb una $p=0,031$ i *Chlorocebus cynosuros* amb una $p=0,003$. A continuació es mostren les taules de resultats obtinguts per cada grup d'espècies referents a la preferència manual (Taula 4, Taula 5, Taula 6, Taula 7, Taula 8)

Taula 4 : Ones ample T-test de *Cercophitecus hamlyini*

One sample T-Test <i>Cercopithecus hamlyni</i>					
	V	p	Rank-Biserial Correlation	95%CI for Rank-Biserial Correlation	
				Lower	Upper
HI	44.500	0.391	-0.258	-0.686	0.301

Note. For the Wilcoxon test, effect size is given by the matched rank biserial correlation

Note. For the Wilcoxon test, the alternative hypothesis specifies that the median is different from 0.

Note. Wilcoxon signed-rank test.

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
HI	15	-0,254	0,899	0,232

Taula 5 : Ones ample T-test de *Cercophitecus cynosuros*

One sample T-Test <i>Chlorocebus cynosuros</i>					
	V	p	Rank-Biserial Correlation	95%CI for Rank-Biserial Correlation	
				Lower	Upper
HI	76.000	0.003	0.949	0.827	0.985

Note. For the Wilcoxon test, effect size is given by the matched rank biserial correlation

Note. For the Wilcoxon test, the alternative hypothesis specifies that the median is different from 0.

Note. Wilcoxon signed-rank test.

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
HI	12	0,800	0,398	0,115

Taula 6 : Ones ample T-test de *Cercophitecus lhoesti*

One sample T-Test <i>Cercophitecus lhoesti</i>					
	V	p	Rank-Biserial Correlation	95%CI for Rank-Biserial Correlation	
				Lower	Upper
HI	5.500	0.332	-0.476	-0.887	0.356

Note. For the Wilcoxon test, effect size is given by the matched rank biserial correlation

Note. For the Wilcoxon test, the alternative hypothesis specifies that the median is different from 0.

Note. Wilcoxon signed-rank test.

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
HI	6	-0,387	0,923	0,377

Taula 7 : Ones ample T-test de *Cercophitecus ascanius*

One sample T-Test <i>Cercophitecus ascanius</i>					
	V	p	Rank-Biserial Correlation	95%CI for Rank-Biserial Correlation	
				Lower	Upper
HI	11.000	0.031	-0.781	-0.913	-0.257

Note. For the Wilcoxon test, effect size is given by the matched rank biserial correlation

Note. For the Wilcoxon test, the alternative hypothesis specifies that the median is different from 0.

Note. Wilcoxon signed-rank test.

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
HI	12	-0,475	0,732	0,211

Taula 8 : Ones ample T-test de *Cercophitecus mitis*

One sample T-Test <i>Cercophitecus mitis</i>					
	V	p	Rank-Biserial Correlation	95%CI for Rank-Biserial Correlation	
				Lower	Upper
HI	4.500	1.000	-0.100	-0.826	0.750

Note. For the Wilcoxon test, effect size is given by the matched rank biserial correlation

Note. For the Wilcoxon test, the alternative hypothesis specifies that the median is different from 0.

Note. Wilcoxon signed-rank test.

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
HI	4	-0,145	0,916	0,458

Si ho desglossem per espècies obtenim *Chlorocebus cynosuros* presenta un HI significativament més elevat a les altres quatre espècies (Figura 9).

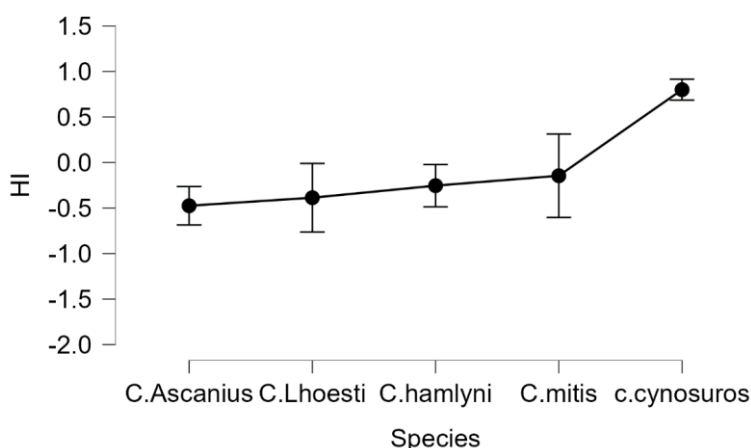


Figura 9 : Gràfic del HI per espècies

4.4. Influència de l'espècie i el sexe en la lateralitat manual

No es van detectar diferències significatives en funció del sexe pels valors de HI (*events*: U=301, P=0,43 IC 95% [-0,204, 0,454]; *bouts*: U=215, P=0,86 IC 95% [-0,328, 0,390]) i ABSHI (*events*: U=246, P=0,69 IC 95% [-0,394, 0,273]; *bouts*: U=215, P=0,85 IC 95% [-0,328, 0,390]). Veure Taula 10 i Taula 11 a l'Annex B.

4.5. Ús dels dits

Hem analitzat l'ús de dígits (D1, D2, D3, D4 o D5) per extreure l'aliment del tub. El dit índex ha estat el més utilitzat per realitzar les extraccions (D2; 69,6%), mentre que la resta d'extraccions van ser una combinació entre l'índex D2 i/o una combinació d'altres dits (((D2 + D3) + D4) + D5); 15%). Els resultats es poden veure en la (Taula 9) freqüència de l'ús dels dits

Taula 9 : Freqüència de l'ús dels dits

	D1	D2	D2+D3	D3	D4	D5
TOTAL	570	3565	751	234	1	1
PERCENTATGE	11,1%	69,6%	15%	4,6%	0,02%	0,02%

5. Discussió

Aquest és el primer informe sobre lateralitat manual en el mico de Malbrouk (*Chlorocebus cynosuros*), el mico de cua vermella (*Cercopithecus ascacius*), el mico cara de mussol (*Cercopithecus hamlyi*), el Mico blau (*Cercopithecus mitis*) i mico de l'hoest (*Cercopithecus l'hoest*). D'acord amb les nostres prediccions els subjectes de l'estudi van presentar una clara lateralitat manual individual, on el 88,89% de la mostra utilitzava una de les mans de manera significativament preferent coincidint amb altres estudis fets en llibertat (Marchant & McGrew, 1996; McGrew & Marchant, 2001) i en entorns de semilibertat (Fletcher & Weghorst, 2005; Mosquera, et al., 2007). Aquest fet dona suport a la tasca tub com una de les millors eines per detectar asimetries manuals en primats no humans (Maille et al., 2013) i dona suport a la teoria de la complexitat de la tasca (Fagot i Vauclair 1991).

A nivell de grups, dues de les cinc espècies —*Cercopithecus ascanius* i *Chlorocebus cynosuros*— van presentar una preferència grupal significativa. *Cercopithecus ascanius* presenta una preferència poblacional esquerrana —amb una mitjana de HI de -0,475— mentre que *Chlorocebus cynosuros* presenta una preferència manual dretana —amb una mitjana de HI de 0,800—. Aquestes preferències grupals a nivell d'espècie les hem intentat relacionar amb la teoria de l'origen postural (POT). Aquesta teoria afirma que l'hemisferi esquerre dels primats terrestres va evolucionar a partir de les accions motrius que van conduir a una preferència de la mà dreta per les tasques manuals i proposa que durant l'evolució dels primats arborícoles, la mà dreta s'utilitzava principalment pel suport postural (agafar-se als arbres) i la mà esquerra per tasques concretes. (Papademetriou et al., 2005; MacNeilage et al., 1987). Això podria explicar per què *Cercopithecus ascanius* que és una espècie arborícola presenta una preferència per a la mà esquerra i per què *Chlorocebus cynosuros* que és una espècie més terrestre té una preferència per a la mà dreta.

En altres estudis anteriors fets en la família Cercopithecidae (Miller & Paciulli, 2002; Zhao et al., 2008; Martina Cubí & Llorente, 2021b) on a nivell de grup es presentava una absència de lateralitat coincidiria amb les altres tres espècies de l'estudi, *Cercopithecus hamlyi*, *Cercopithecus mitis*, *Cercopithecus l'hoest*, en les que no hem pogut detectar una lateralització a nivell de grup tal com esperàvem. Alguns autors suggereixen que disposar de mostres petites, la capacitat de detectar asimetries grupals és molt més baixa (Llorente Espino, 2011). En aquest estudi això podria afectar el grup de *Cercopithecus mitis* tot i que inicialment la mostra era de 12 individus, només 4 van presentar interès, podríem pensar que els resultats obtinguts no són rellevants però els hem volgut mantenir, ja que no existeixen estudis anteriors per aquesta espècie i podria ser un nou punt de partida per estudis futurs.

L'estudi de les dades obtingudes de direcció (HI) i intensitat (ABSHI) per *events* i *bouts* ens mostra una petita diferència a nivell de l'ús de preferència de mà, tot i que són

resultats propers a 0, per *events* un HI: -0.057 i per *bouts* un HI: 0.028, tan sols hi ha una diferència de 0,085 entre ambdós. El resultat d'ABSHI coincideixen per *events* i *bouts* (0,8). Les preferències individuals de mà, utilitzant la Z-score, coincideixen amb els resultats anteriors. Els individus presenten una lateralització pràcticament en el 89,5% dels casos. Això pot suggerir que ambdós mètodes de mesura eren prou similars, almenys referint-se al HI, per quantificar gairebé la mateixa preferència de mà (Hopkins,2013).

Els diferents resultats en *event* i *bouts* pel que fa a HI podrien ser conseqüència de la major quantitat d'extraccions en *events* que en *bouts*, tal com suggereixen Hopkins i col·laboradors (2001), donant lloc a aquestes variacions entre mètodes. Hopkins (1999) va recomanar l'ús dels dos mètodes per evitar distribucions esbiaixades.

En aquest estudi també hem volgut determinar si el sexe era una variable que podia influir en les preferències manuals. D'acord amb la nostra predicció,—i basant-nos en estudis de la família Cercopithecidae (Cubí & Llorente, 2021)— els individus no van variar el seu patró de lateralitat manual en funció del sexe. Això sostindria estudis anteriors (Chapelain & Hogervorst, 2009; Meguerditchian et al., 2010; Meunier & Vauclair, 2007). Tot i això hi ha estudis que han detectat diferències significatives entre sexes (Fu et al., 2019) aquest estudi mostrava que les femelles de mico caputxí marró (*Sapijua apella*) presenta preferències per a la mà dreta i els mascles per l'esquerra. Les mateixes preferències manuals es van mostrar per (Hellner-Burris et al., 2010) Rinopithec negre (*Rhinopithecus bieti*). Aquestes diferències no tenen una explicació clara tot i que s'han relacionat amb pressions selectives de l'ambient o dimorfismes sexuals.

Totes cinc espècies presenten una preferència clara cap al dit índex (D2) per a la tasca tub independentment de la mà preferent. Aquest patró també ha estat detectat en altres estudis amb aquesta mateixa tasca en altres espècies de primats no humans (Morino et al., 2017; Motes Rodrigo et al., 2018; D. Zhao et al., 2012). Altres respostes han sigut majoritàriament una combinació D2+D3, coincidint amb altres estudis sobre la coordinació bimanual en primats., (A. Chapelain et al., 2011; M. Llorente et al., 2011; Maille et al., 2013; Meunier & Vauclair, 2007b). Podem comprovar, doncs que la tasca tub no només és una prova bimanual complexa que ens indica la preferència manual (dreta/esquerra) d'un individu sinó que també ens dona informació sobre la preferència dels dits, ja que requereix la precisió aquets per extreure'n l'aliment (D. Zhao et al., 2016).

6. Conclusió

Podem dir que aquest estudi demostra la lateralització manual individual de cinc micos de la família Cercopithecidae analitzats per primera vegada, el mico de Malbrouk (*Chlorocebus cynosuros*), el mico de cua vermella, (*Cercopithecus ascacius*), el mico cara de mussol (*Cercopithecus hamlyi*), el Mico blau (*Cercopithecus mitis*) i mico de l'hoest (*Cercopithecus l'hoest*). Tot i que la majoria de subjectes presenten una preferència manual a nivell individual només dues espècies van presentar una preferència a nivell grupal (*Chlorocebus cynosuros*) per la dreta, i (*Cercopithecus ascacius*) per l'esquerra. Aquest estudi no ha trobat una relació entre el sexe de les espècies de l'estudi i la preferència manual d'aquelles. Pel que fa a l'avaluació de la preferència de l'ús dels dits s'ha vist una clara tendència en l'ús del dit D2 o la combinació D2+D3 i amb menys freqüència l'ús de D1.

6.1. Limitacions i millores a realitzar en projectes futurs

Com he comentat en l'apartat de Disseny d'estudi, alguns dels individus van haver de ser eliminats perquè no van presentar interès en la tasca tub, això ha fet disminuir la mostra inicial sobretot en *Cercopithecus mitis*. Si els individus ja havien menjat anteriorment de vegades no presentaven gran interès per la tasca, per això caldria replantejar per futurs projectes els períodes d'observació, (abans dels àpats) sempre que no suposi un problema logístic. Les seccions es registraven en una tauleta electrònica, la bateria de la qual era limitada, unes 5 h. . Crec que una millora futura seria disposar d'una tauleta o aparell electrònic amb unes bateries de duració més prolongada. L'aliment utilitzat a l'interior del tub era mantega de cacauet, un aliment que acostuma a agradar als primats i que és relativament barat a la R.D. Congo, però hi ha aliments que agraden més, com la mel, recomanaria utilitzar-la en els individus que no presenten interès en la tasca tub, per tal de donar-los un incentiu més per participar.

7. Bibliografia

- Annett, M. (2006). The Right Shift Theory of Handedness and Brain Asymmetry in Evolution, Development and Psychopathology. *Cognition, Brain Behaviour*, 10.
- Bakeman, R., & Quera, V. (2011). *Sequential Analysis and Observational Methods for the Behavioral Sciences: Preparing for Sequential and Other Analyses*.
- Bermúdez de Castro, J., Bromage, T. G., & Jalvo, Y. F. (1988). Buccal striations on fossil human anterior teeth: evidence of handedness in the middle and early Upper Pleistocene. *Journal of Human Evolution*, 17(4), 403–412. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0047-2484\(88\)90029-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0047-2484(88)90029-2)
- Bisazza, A., J. Rogers, L., & Vallortigara, G. (1998). The Origins of Cerebral Asymmetry: A Review of Evidence of Behavioural and Brain Lateralization in Fishes, Reptiles and Amphibians. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 22(3), 411–426. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(97\)00050-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0149-7634(97)00050-X)
- Braccini, S., Lambeth, S., Schapiro, S., & Fitch, W. T. (2010). Bipedal tool use strengthens chimpanzee hand preferences. *Journal of Human Evolution*, 58(3), 234–241. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2009.11.008>
- Brésard, B., & Bresson, F. (1983). Handedness in *Pongo pygmaeus* and *Pan troglodytes*. *Journal of Human Evolution*, 12(7), 659–666. [https://doi.org/10.1016/s0047-2484\(83\)80005-0](https://doi.org/10.1016/s0047-2484(83)80005-0)
- Butynski, T. . J. Y. . (2019). Blue monkey (*Cercopithecus mitis*). In *Shadows of Africa* (Vol. 8235). <https://www.shadowsof africa.com/blue-monkey-cercopithecus-mitis>
- Canteloup, C., Vauclair, J., & Meunier, H. (2013). Hand preferences on unimanual and bimanual tasks in Tonkean macaques (*Macaca tonkeana*). *American Journal of Physical Anthropology*, 152(3), 315–321. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22342>
- Chapelain, A., Hogervorst, E., Mbonzo, P., & Hopkins, W. (2011). Hand Preferences for Bimanual Coordination in 77 Bonobos (*Pan paniscus*): Replication and Extension. *International Journal of Primatology*, 32, 491–510. <https://doi.org/10.1007/s10764-010-9484-5>
- Chapelain, A. S., & Hogervorst, E. (2009a). Hand preferences for bimanual coordination in 29 bonobos (*Pan paniscus*). *Behavioural Brain Research*, 196, 15–29.
- Chapelain, A. S., & Hogervorst, E. (2009b). Hand preferences for bimanual coordination in 29 bonobos (*Pan paniscus*). *Behavioural Brain Research*, 196(1), 15–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.07.012>
- Colyn, M., & Rahm, U. (1987). *Cercopithecus hamlyni kahuziensis* (Primates, Cercopithecidae): une nouvelle sous-espèce de la forêt de bambous du Parc National ‘Kahuzi-Biega’ (Zaire). *Folia Primatologica*, 49(3–4), 203–208. <https://doi.org/10.1159/000156324>
- Cubí, M., & Llorente, M. (2021a). Hand preference for a bimanual coordinated task in captive hatinh langurs (*Trachypithecus hatinhensis*) and grey-shanked douc langurs (*Pygathrix cinerea*). *Behavioural Processes*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104393>
- Cubí, M., & Llorente, M. (2021b). Hand preference for a coordinated bimanual task in captive

- hatinh langurs (*Trachypithecus hatinhensis*) and gray-shanked douc langurs (*Pygathrix cinerea*) at the Endangered Primate Rescue Center (Vietnam). *Behavioural Processes*, in press. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104393>
- Cubí, Martina, & Llorente, M. (2021a). Hand preference for a bimanual coordinated task in captive hatinh langurs (*Trachypithecus hatinhensis*) and grey-shanked douc langurs (*Pygathrix cinerea*). *Behavioural Processes*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104393>
- Cubí, Martina, & Llorente, M. (2021b). Hand preference for a bimanual coordinated task in captive hatinh langurs (*Trachypithecus hatinhensis*) and grey-shanked douc langurs (*Pygathrix cinerea*). *Behavioural Processes*, 187, 104393. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104393>
- Duistermars, B. J., Chow, D. M., & Frye, M. A. (2009). Flies require bilateral sensory input to track odor gradients in flight. *Current Biology: CB*, 19(15), 1301–1307. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.06.022>
- F.L.S., R. I. P. (1907). LXXXVI.—Description of a new species of monkey (*Cercopithecus Hamlyni*) from the Ituri Forest. *Annals and Magazine of Natural History*, 20(120), 521–522. <https://doi.org/10.1080/00222930709487382>
- Faurie, C., Schiefenhövel, W., le Bomin, S., Billiard, S., & Raymond, M. (2005). Variation in the frequency of left-handedness in traditional societies. *Current Anthropology*, 46(1), 142–147. <https://doi.org/10.1086/427101>
- Fitch, W. T., & Braccini, S. N. (2013). Primate laterality and the biology and evolution of human handedness: A review and synthesis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1288, 70–85. <https://doi.org/10.1111/nyas.12071>
- Fleagle, J. G., & Seiffert, E. R. (2020). Chapter 20 - The Phylogeny of Primates. In J. H. Kaas (Ed.), *Evolutionary Neuroscience (Second Edition)* (Second Edi, pp. 483–518). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820584-6.00020-9>
- Frasnelli, E. (2013). Brain and behavioral lateralization in invertebrates. *Frontiers in Psychology*, 4, 939. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00939>
- Fu, W.-W., Wang, X.-W., Wang, C.-L., Zhao, H.-T., Ren, Y., & Li, B.-G. (2019). Effects of age, sex and manual task on hand preference in wild *Rhinopithecus roxellana*. *Zoological Research*, 40(2), 129–138. <https://doi.org/10.24272/j.issn.2095-8137.2019.023>
- Gautier, J.-P., Drubbel, Rè. V., & Deleporte, P. (2002). Phylogeny of the *Cercopithecus lhoesti* Group Revisited: Combining Multiple Character Sets. In M. E. Glenn & M. Cords (Eds.), *The Guenons: Diversity and Adaptation in African Monkeys* (pp. 37–48). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-306-48417-X_4
- Hart, J. A., Detwiler, K. M., Gilbert, C. C., Burrell, A. S., Fuller, J. L., Emetshu, M., Hart, T. B., Vosper, A., Sargis, E. J., & Tosi, A. J. (2012). Lesula: A new species of *Cercopithecus* monkey endemic to the Democratic Republic of Congo and implications for conservation of Congo's central basin. *PLoS ONE*, 7(9), e44271. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044271> PMID - 22984482
- Hellner-Burris, K., Sobieski, C., Gilbert, V., & Phillips, K. (2010). Prey Capture Efficiency in Brown Capuchin Monkeys (*Cebus apella*) is Influenced by Sex and Corpus Callosum Morphology. *American Journal of Primatology*, 72, 502–508. <https://doi.org/10.1002/ajp.20800>
- Hopkins, W. D. (1995). Hand preferences for a coordinated bimanual task in 110 chimpanzees

- (Pan troglodytes): Cross-sectional analysis. In *Journal of Comparative Psychology* (Vol. 109, Issue 3, pp. 291–297). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.109.3.291>
- Hopkins, W. D. (2013). Comparing human and nonhuman primate handedness: Challenges and a modest proposal for consensus. *Developmental Psychobiology*, 55(6), 621–636. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/dev.21139>
- Hopkins, W. D., Fernandez-Carriba, S., Wesley, M. J., Hostetter, A., Pilcher, D., & Poss, S. (2001). The use of bouts and frequencies in the evaluation of hand preferences for a coordinated bimanual task in chimpanzees (*Pan troglodytes*): An empirical study comparing two different indices of laterality. *Journal of Comparative Psychology*, 115(3), 294–299. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.115.3.294>
- Hopkins, W. D., Hook, M., Braccini, S., & Schapiro, S. J. (2003). Population-Level Right Handedness for a Coordinated Bimanual Task in Chimpanzees: Replication and Extension in a Second Colony of Apes. *International Journal of Primatology*, 24(3), 677–689. <https://doi.org/10.1023/A:1023752816951>
- Hopkins, W. D., Stoinski, T. S., Lukas, K. E., Ross, S. R., & Wesley, M. J. (2003). Comparative assessment of handedness for a coordinated bimanual task in chimpanzees (*Pan troglodytes*), gorillas (*Gorilla gorilla*), and orangutans (*Pongo pygmaeus*). *Journal of Comparative Psychology*, 117(3), 302–308. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.117.3.302>
- Humle, T., Snowdon, C. T., & Matsuzawa, T. (2009). Social influences on ant-dipping acquisition in the wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) of Bossou, Guinea, West Africa. *Animal Cognition*, 12 Suppl 1, S37-48. <https://doi.org/10.1007/s10071-009-0272-6>
- Lambert, M. (2012). Brief communication: Hand preference for bimanual and unimanual feeding in captive gorillas: extension in a second colony of apes. *American Journal of Physical Anthropology*, 148(4), 641–647. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22095>
- Liang, X., Zhao, C., Jin, X., Jiang, Y., Yang, L., Chen, Y., & Gong, G. (2021). Sex-related human brain asymmetry in hemispheric functional gradients. *NeuroImage*, 229, 117761. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117761>
- Lippolis, G., Bisazza, A., Rogers, L. J., & Vallortigara, G. (2002). Lateralisation of predator avoidance responses in three species of toads. *Laterality*, 7(2), 163–183. <https://doi.org/10.1080/13576500143000221>
- Llorente Espino, M. (2011). Lateralidad Manual y Especialización Hemisférica en Chimpancés (*Pan Troglodytes*). Evaluación Observacional y Experimental. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*. <http://www.tdx.cat/handle/10803/9283>
- Llorente, M. (2019). *Primates. Biología, comportamiento y evolución*. Edicions Lynx.
- Llorente, M., Mosquera, M., & Fabré, M. (2009). Manual laterality for simple reaching and bimanual coordinated task in naturalistic housed *Pan troglodytes*. *International Journal of Primatology*, 30(1). <https://doi.org/10.1007/s10764-009-9338-1>
- Llorente, M., Riba, D., Palou, L., Carrasco, L., Mosquera, M., Colell, M., & Feliu, O. (2011). Population-level right-handedness for a coordinated bimanual task in naturalistic housed chimpanzees: Replication and extension in 114 animals from Zambia and Spain. *American Journal of Primatology*, 73(3). <https://doi.org/10.1002/ajp.20895>
- Llorente, Miquel, Riba, D., Palou, L., Carrasco, L., Mosquera, M., Colell, M., & Feliu, O. (2011). Population-level right-handedness for a coordinated bimanual task in naturalistic housed chimpanzees: replication and extension in 114 animals from Zambia and Spain. *American*

- Journal of Primatology*, 73(3), 281–290. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajp.20895>
- Lozano, M., Mosquera, M., Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L., & Carbonell, E. (2009). Right handedness of *Homo heidelbergensis* from Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) 500,000 years ago. *Evolution and Human Behavior*, 30(5), 369–376. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2009.03.001>
- Lwiro, P. De. (n.d.). *Capacity study : centre de*.
- MacNeilage, P. F. (1991). The “postural origins” theory of primate neurobiological asymmetries. In *Biological and behavioral determinants of language development*. (pp. 165–188). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- MacNeilage, P. F., Studdert-Kennedy, M. G., & Lindblom, B. (1987). Primate handedness reconsidered. *Behavioral and Brain Sciences*, 10(2), 247–263. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00047695>
- Maille, A., Belbeoch, C., Rossard, A., Bec, P., & Blois-Heulin, C. (2013). Which are the Features of the TUBE Task That Make it so Efficient in Detecting Manual Asymmetries? An Investigation in Two Cercopithecine Species (*Cercopithecus neglectus* and *Cercocebus torquatus*). *Journal of Comparative Psychology (Washington, D.C. : 1983)*, 127, 436–444. <https://doi.org/10.1037/a0032227>
- Marchant, L. F., McGrew, W. C., & Eibl-Eibesfeldt, I. (1995). Is human handedness universal? Ethological analyses from three traditional cultures. *Ethology*, 101(3), 239–258. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1995.tb00362.x>
- McManus, I. C. (2002). *Right hand, left hand: The origins of asymmetry in brains, bodies, atoms, and cultures*. Weidenfeld & Nicolson.
- Meguerditchian, A., Calcutt, S. E., Lonsdorf, E. V, Ross, S. R., & Hopkins, W. D. (2010). Brief communication: Captive gorillas are right-handed for bimanual feeding. *American Journal of Physical Anthropology*, 141(4), 638–645. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21244>
- Meguerditchian, A., Vauclair, J., & Hopkins, W. D. (2013). On the origins of human handedness and language: A comparative review of hand preferences for bimanual coordinated actions and gestural communication in nonhuman primates. *Developmental Psychobiology*, 55(6), 637–650. <https://doi.org/10.1002/dev.21150>
- Meunier, H., & Vauclair, J. (2007a). Hand preferences on unimanual and bimanual tasks in white-face capuchins (*Cebus capucinus*). *American Journal of Primatology*, 69, 1064–1069. <https://doi.org/10.1002/ajp.20437>
- Meunier, H., & Vauclair, J. (2007b). Hand preferences on unimanual and bimanual tasks in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). *American Journal of Primatology*, 69(9), 1064–1069. <https://doi.org/10.1002/ajp.20437>
- Miller, C. T., & Paciulli, L. M. (2002). Patterns of lateralized hand use in an arboreal primate, *Simias concolor*. In *American Journal of Primatology* (Vol. 56, Issue 4, pp. 231–236). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/ajp.1077>
- Monkey, M., & Wallis, A. (2019). *Chlorocebus cynosuros*,. 8235.
- Monkey, R., & Jong, A. De. (2019). *Cercopithecus ascanius*, (Vol. 8235).
- Morino, L., Uchikoshi, M., Bercovitch, F., Hopkins, W. D., & Matsuzawa, T. (2017). Tube task hand preference in captive hylobatids. *Primates*, 58(3), 403–412. <https://doi.org/10.1007/s10329-017-0605-z>

- Motes Rodrigo, A., Ramirez Torres, C. E., Hernandez Salazar, L. T., & Laska, M. (2018). Hand preferences in two unimanual and two bimanual coordinated tasks in the black-handed spider monkey (*Ateles geoffroyi*). *Journal of Comparative Psychology*, *132*(2), 220–229. <https://doi.org/10.1037/com0000110>
- Padrell, M., Gómez-Martínez, C., & Llorente, M. (2019). Short and long-term temporal consistency of hand preference in sanctuary chimpanzees (*Pan troglodytes*) for unimanual and bimanual coordinated tasks. *Behavioural Processes*, *167*, 103911. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.103911>
- Papademetriou, E., Sheu, C.-F., & Michel, G. F. (2005). A meta-analysis of primate hand preferences, particularly for reaching. *Journal of Comparative Psychology*, *119*(1), 33–48. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.119.1.33>
- Perelle, I. B., & Ehrman, L. (1994). An international study of human handedness: The data. *Behavior Genetics*, *24*(3), 217–227. <https://doi.org/10.1007/BF01067189>
- Prieur, J., Lemasson, A., Barbu, S., & Blois-Heulin, C. (2019). History, development and current advances concerning the evolutionary roots of human right-handedness and language: Brain lateralisation and manual laterality in non-human primates. *Ethology*, *125*(1), 1–28. <https://doi.org/10.1111/eth.12827>
- Quera, V., & Losada, J. L. (2014). Los métodos de observación de la conducta. In *Etología. La ciencia del comportamiento animal* (pp. 41–108). Editorial UOC.
- Reynolds, P. C. (1975). Handedness and the evolution of the primate forelimb. *Neuropsychologia*, *13*(4), 499–500. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(75\)90073-1](https://doi.org/10.1016/0028-3932(75)90073-1) PMID - 812003
- Ross, S. R., Niemann, T., Wark, J. D., Heintz, M. R., Horrigan, A., Cronin, K. A., Shender, M. A., & Gillespie, K. (2016). *ZooMonitor (Version 1) [Mobile application software]*.
- Sanford, C., Guin, K., & Ward, J. P. (1984). Posture and Laterality in the Bushbaby (*Galago senegalensis*). *Brain, Behavior and Evolution*, *25*(4), 217–224. <https://doi.org/10.1159/000118867>
- Smaers, J. B., Mulvaney, P. I., Soligo, C., Zilles, K., & Amunts, K. (2012). Sexual Dimorphism and Laterality in the Evolution of the Primate Prefrontal Cortex. *Brain, Behavior and Evolution*, *79*(3), 205–212. <https://doi.org/10.1159/000336115>
- Soto, C., Martínez-Gázquez, J. M., & Llorente, M. (2021). Two decades of “tube task”: The assessment of hand preference in coordinated bimanual tasks in nonhuman primates. *In Prep.*
- Stein, A., & B, A. (2020). *Amendment version* (Vol. 8235).
- Struhsaker, T. T. (1969). CORRELATES OF ECOLOGY AND SOCIAL ORGANIZATION AMONG AFRICAN CERCOPITHECINES. *Folia Primatologica*, *11*(1–2), 80–118. <https://doi.org/10.1159/000155259>
- Swindler, D. R. (2002). Cercopithecidae. In *Primate Dentition: An Introduction to the Teeth of Non-human Primates* (pp. 123–146). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542541.008>
- Tamura, M., & Akomo-Okoue, E. F. (2021). Hand preference in unimanual and bimanual coordinated tasks in wild western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) feeding on African ginger (*Zingiberaceae*). *American Journal of Physical Anthropology*, *175*(3), 531–545. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24227>

- Wei, W., Qi, X. G., Guo, S. T., Zhao, D. P., Zhang, P., Huang, K., & Li, B. G. (2012). Market powers predict reciprocal grooming in golden snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*). *PLoS ONE*, 7(5), e36802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036802>
- Westergaard, G. C., Kuhn, H. E., & Suomi, S. J. (1998). Bipedal posture and hand preference in humans and other primates. In *Journal of Comparative Psychology* (Vol. 112, Issue 1, pp. 55–64). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.112.1.55>
- Westwood, D. A., Roy, E. A., & Bryden, P. J. (2000). Posture and target location effects on manual preference. In *Brain and Cognition* (Vol. 43, Issues 1–3, pp. 421–425). Elsevier Science.
- Yamauchi, M., Imanaka, K., Nakayama, M., & Nishizawa, S. (2004). Lateral difference and interhemispheric transfer on arm-positioning movement between right and left handers. *Perceptual and Motor Skills*, 98(3 Pt 2), 1199–1209. <https://doi.org/10.2466/pms.98.3c.1199-1209>
- Zhao, D.-P., Ji, W.-H., Watanabe, K., & Li, B.-G. (2008). Hand preference during unimanual and bimanual reaching actions in Sichuan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*). *American Journal of Primatology*, 70(5), 500–504. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajp.20509>
- Zhao, D., Hopkins, W. D., & Li, B. (2012). *Handedness in nature: first evidence on manual laterality on bimanual coordinated tube task in wild primates*. 148(1), 36–44. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22038>
- Zhao, D., Wang, Y., & Wei, X. (2016). Hand preference during bimanual coordinated task in northern pig-tailed macaques *Macaca leonina*. *Current Zoology*, 62(4), 385–391. <https://doi.org/10.1093/cz/zow064>

Annex A .

BOUTS. Dades individuals sobre la preferència manual en la família Cercopithecidae. HI: índex de preferència. ABSHI: índex d'intensitat. L: esquerra. D: dreta. A: ambipreferent										
Subject	Espècie	Sexe: 1 mascle, 2 femella	R	L	TOTAL	HI	ABSHI	Z Score	Binomial	Preferència
Baraka	<i>C.ascanius</i>	2	47	4	51	-0,843	0,843	-6,021	0,0000	L
Bukavu	<i>C.ascanius</i>	1	22	1	23	-0,913	0,913	-4,379	0,0000	L
Bunyakiri	<i>C.ascanius</i>	1	109	1	110	-0,982	0,982	-10,297	0,0000	L
Fevrier	<i>C.ascanius</i>	1	70	0	70	-1,000	1,000	-8,367	0,0000	L
Hubert	<i>C.ascanius</i>	1	3	35	38	0,842	0,842	5,191	0,0000	R
Janvier	<i>C.ascanius</i>	2	135	1	136	-0,985	0,985	-11,490	0,0000	L
Jicho	<i>C.ascanius</i>	1	98	0	98	-1,000	1,000	-9,899	0,0000	L
Kitutu	<i>C.ascanius</i>	1	31	41	72	0,139	0,139	1,179	0,2888	A
Lola (Force)	<i>C.ascanius</i>	1	115	11	126	-0,825	0,825	-9,265	0,0000	L
Muamini	<i>C.ascanius</i>	1	7	27	34	0,588	0,588	3,430	0,0008	R
Safari	<i>C.ascanius</i>	1	24	48	72	0,333	0,333	2,828	0,0063	R
Chui	<i>C.cynosuros</i>	1	1	54	55	0,964	0,964	7,147	0,0000	R
Duma	<i>C.cynosuros</i>	1	2	73	75	0,947	0,947	8,198	0,0000	R
Eddy	<i>C.cynosuros</i>	1	15	18	33	0,091	0,091	0,522	0,7283	A
Fizzi	<i>C.cynosuros</i>	1	0	37	37	1,000	1,000	6,083	0,0000	R
Kadutu	<i>C.cynosuros</i>	1	0	43	43	1,000	1,000	6,557	0,0000	R
Lwiro	<i>C.cynosuros</i>	1	0	50	50	1,000	1,000	7,071	0,0000	R
Makobola	<i>C.cynosuros</i>	2	0	49	49	1,000	1,000	7,000	0,0000	R
Mama Lwiro	<i>C.cynosuros</i>	2	2	100	102	0,961	0,961	9,703	0,0000	R
Mbili	<i>C.cynosuros</i>	1	24	26	50	0,040	0,040	0,283	0,8877	A
Once	<i>C.cynosuros</i>	1	1	30	31	0,935	0,935	5,209	0,0000	R
Simba	<i>C.cynosuros</i>	1	8	59	67	0,761	0,761	6,231	0,0000	R
Virunga_	<i>C.cynosuros</i>	2	0	78	78	1,000	1,000	8,832	0,0000	R
Matete	<i>C.mitis</i>	1	37	3	40	-0,850	0,850	-5,376	0,0000	L
Mayuwano	<i>C.mitis</i>	2	14	13	27	-0,037	0,037	-0,192	1,0000	A
Simon	<i>C.mitis</i>	1	0	24	24	1,000	1,000	4,899	0,0000	R
Tshivanga	<i>C.mitis</i>	1	32	0	32	-1,000	1,000	-5,657	0,0000	L
Azekiel	<i>C.hamlyni</i>	1	6	44	50	0,760	0,760	5,374	0,0000	R
Bernard I	<i>C.hamlyni</i>	1	36	0	36	-1,000	1,000	-6,000	0,0000	L
Bora	<i>C.hamlyni</i>	2	34	1	35	-0,943	0,943	-5,578	0,0000	L
Furaha	<i>C.hamlyni</i>	1	0	98	98	1,000	1,000	9,899	0,0000	R
Itebero	<i>C.hamlyni</i>	1	57	1	58	-0,966	0,966	-7,353	0,0000	L
Kabacele	<i>C.hamlyni</i>	2	28	10	38	-0,474	0,474	-2,920	0,0051	L
Kabi	<i>C.hamlyni</i>	2	32	0	32	-1,000	1,000	-5,657	0,0000	L
Katuzi	<i>C.hamlyni</i>	2	19	20	39	0,026	0,026	0,160	1,0000	A
Lomami	<i>C.hamlyni</i>	2	0	50	50	1,000	1,000	7,071	0,0000	R
Maisha	<i>C.hamlyni</i>	1	0	51	51	1,000	1,000	7,141	0,0000	R
Mapimo Kazor	<i>C.hamlyni</i>	1	47	3	50	-0,880	0,880	-6,223	0,0000	L
Mayele	<i>C.hamlyni</i>	1	110	3	113	-0,947	0,947	-10,066	0,0000	L
Melboune (Mu)	<i>C.hamlyni</i>	2	3	49	52	0,885	0,885	6,379	0,0000	R
Katchungu	<i>C.Lhoesti</i>	2	25	0	25	-1,000	1,000	-5,000	0,0000	L
Mumbere	<i>C.Lhoesti</i>	1	29	2	31	-0,871	0,871	-4,849	0,0000	L
Nguba	<i>C.Lhoesti</i>	1	49	0	49	-1,000	1,000	-7,000	0,0000	L
Tchami	<i>C.Lhoesti</i>	1	0	38	38	1,000	1,000	6,164	0,0000	R
Tippi	<i>C.Lhoesti</i>	1	17	53	70	0,514	0,514	4,303	0,0000	R

EVENTS. Dades individuals sobre la preferència manual en la família Cercopithecidae. HI: índex de preferència.
 ABSHI: índex d'intensitat. L: esquerra. D: dreta. A: ambipreferent

Subject	Espècies	Sexe	L	R	TOTAL	HI	ABSHI	Z Score	Binomial	Preferència
Baraka	<i>C. ascanius</i>	2	120	5	125	-0,920	0,920	-10,286	0,0000	L
Bukavu	<i>C. ascanius</i>	1	72	0	72	-1,000	1,000	-8,485	0,0000	L
Bunyakiri	<i>C. ascanius</i>	1	128	12	140	-0,829	0,800	-9,804	0,0000	L
Fevrier	<i>C. ascanius</i>	1	108	0	108	-1,000	1,000	-10,392	0,0000	L
Hubert	<i>C. ascanius</i>	1	6	78	84	0,857	0,857	7,856	0,0000	R
Janvier	<i>C. ascanius</i>	2	237	1	238	-0,992	0,992	-15,298	0,0000	L
Jicho	<i>C. ascanius</i>	1	190	1	191	-0,990	0,990	-13,676	0,0000	L
Kitutu	<i>C. ascanius</i>	1	63	75	138	0,087	0,087	1,022	0,3491	A
Lola (Force)	<i>C. ascanius</i>	1	344	18	362	-0,901	0,901	-17,134	0,0000	L
Muamini	<i>C. ascanius</i>	1	31	62	93	0,333	0,333	3,215	0,0017	R
Safari	<i>C. ascanius</i>	1	37	179	216	0,657	0,657	9,662	0,0000	R
Chui	<i>C. cynosuroides</i>	1	0	177	177	1,000	1,000	13,304	0,0000	R
Duma	<i>C. cynosuroides</i>	1	1	98	99	0,980	0,980	9,749	0,0000	R
Eddy	<i>C. cynosuroides</i>	1	26	32	58	0,103	0,103	0,788	0,5118	A
Fizzi	<i>C. cynosuroides</i>	1	0	63	63	1,000	1,000	7,937	0,0000	R
Kadutu	<i>C. cynosuroides</i>	1	0	48	48	1,000	1,000	6,928	0,0000	R
Lwiro	<i>C. cynosuroides</i>	1	0	76	76	1,000	1,000	8,718	0,0000	R
Makobola	<i>C. cynosuroides</i>	2	0	144	144	1,000	1,000	12,000	0,0000	R
Mama Lwiro	<i>C. cynosuroides</i>	2	0	146	146	1,000	1,000	12,083	0,0000	R
Mbili	<i>C. cynosuroides</i>	1	53	40	93	-0,140	0,140	-1,348	0,2132	A
Once	<i>C. cynosuroides</i>	1	0	123	123	1,000	1,000	11,091	0,0000	R
Simba	<i>C. cynosuroides</i>	1	30	144	174	0,655	0,655	8,642	0,0000	R
Virunga_	<i>C. cynosuroides</i>	2	0	141	141	1,000	1,000	11,874	0,0000	R
Matete	<i>C. mitis</i>	1	43	6	49	-0,755	0,755	-5,286	0,0000	L
Mayuwano	<i>C. mitis</i>	2	19	27	46	0,174	0,174	1,180	0,3020	A
Simon	<i>C. mitis</i>	1	0	37	37	1,000	1,000	6,083	0,0000	R
Tshivanga	<i>C. mitis</i>	1	33	0	33	-1,000	1,000	-5,745	0,0000	L
Azekiel	<i>C. hamlyni</i>	1	8	71	79	0,797	0,797	7,088	0,0000	R
Bernard I	<i>C. hamlyni</i>	1	60	0	60	-1,000	1,000	-7,746	0,0000	L
Bora	<i>C. hamlyni</i>	2	66	1	67	-0,970	0,970	-7,941	0,0000	L
Furaha	<i>C. hamlyni</i>	1	0	180	180	1,000	1,000	13,416	0,0000	R
Itebero	<i>C. hamlyni</i>	1	95	2	97	-0,959	0,959	-9,443	0,0000	L
Kabacele	<i>C. hamlyni</i>	2	74	17	91	-0,626	0,626	-5,975	0,0000	L
Kabi	<i>C. hamlyni</i>	2	58	0	58	-1,000	1,000	-7,616	0,0000	L
Katuzi	<i>C. hamlyni</i>	2	33	28	61	-0,082	0,082	-0,640	0,6089	A
Lomami	<i>C. hamlyni</i>	2	0	119	119	1,000	1,000	10,909	0,0000	R
Maisha	<i>C. hamlyni</i>	1	0	145	145	1,000	1,000	12,042	0,0000	R
Mapimo Kazorit	<i>C. hamlyni</i>	1	99	3	102	-0,941	0,941	-9,505	0,0000	L
Mayele	<i>C. hamlyni</i>	1	153	3	156	-0,962	0,962	-12,010	0,0000	L
Melboune (Muz	<i>C. hamlyni</i>	2	9	114	123	0,854	0,854	9,468	0,0000	R
Katchungu	<i>C. lhoesti</i>	2	44	0	44	-1,000	1,000	-6,633	0,0000	L
Mumbere	<i>C. lhoesti</i>	1	78	4	82	-0,902	0,902	-8,172	0,0000	L
Nguba	<i>C. lhoesti</i>	1	73	0	73	-1,000	1,000	-8,544	0,0000	L
Tchami	<i>C. lhoesti</i>	1	0	85	85	1,000	1,000	9,220	0,0000	R
Tippi	<i>C. lhoesti</i>	1	20	76	96	0,583	0,583	5,715	0,0000	R
Kiki	<i>C. ascanius</i>	2	37	0	37	-1,000	1,000	-6,083	0,0000	L
Pangi	<i>C. hamlyni</i>	1	21	0	21	-1,000	1,000	-4,583	0,0000	L
Tuline	<i>C. hamlyni</i>	2	50	2	52	-0,923	0,923	-6,656	0,0000	L
Nkuku	<i>C. lhoesti</i>	2	20	0	20	-1,000	1,000	-4,472	0,0000	L

Annex B

Taula 10 : Influencia del sexe en la lateralitat manual per bouts

Independent Samples T-Test (BOUITS)					
				95% CI for Rank-Biserial Correlation	
	W	P	Rank-Biserial Correlation	Lower	Upper
ABSHI	215.000	0.869	0.036	-0.328	0.390
HI	215.000	0.858	0.036	-0.328	0.390
<p><i>Note.</i> For the Mann-Whitney test, effect size is given by the rank biserial correlation. <i>Note.</i> Mann-Whitney U test.</p>					

Taula 11: Influencia del sexe en la lateralitat manual per events

Independent Samples T-Test (EVENTS)					
				95% CI for Rank-Biserial Correlation	
	U	P	Rank-Biserial Correlation	Lower	Upper
ABSHI	246.000	0.694	-0.068	-0.394	0.273
HI	301.000	0.430	0.140	-0.204	0.454
<p><i>Note.</i> For the Mann-Whitney test, effect size is given by the rank biserial correlation. <i>Note.</i> Mann-Whitney U test.</p>					