St. Louis, 12 de Agosto de 2022

Señor
Jefe de la Reserva Nacional Tambopata
Presente.-

Por medio de la presente, y en cumplimiento a las obligaciones asumidas en virtud a la autorización de investigación # 19-2019-SERNANP-JEF otorgada mediante resolución jefatural del 01 de agosto de 2019, cumplo con entregar a su Jefatura el Informe Final de la investigación **"Conservación y salud de monos araña *Ateles chamek* recuperados del tráfico de fauna y reintroducidos en la Reserva Nacional Tambopata y su zona de amortiguamiento"**

.

Dando por concluido los compromisos adquiridos mediante la autorización antes mencionada, quedo de ustedes.

Atentamente

Patricia Mendoza, Med. Vet., CEID, MSc, PhD (c)
CMVP 5426
+1 3143983910
anapatricia.mendoza@gmail.com

Proyecto de Investigación:

"Conservación y salud de monos araña *Ateles chamek* recuperados del tráfico de fauna y reintroducidos en la Reserva Nacional Tambopata y su zona de amortiguamiento"

INFORME FINAL

Autores: Patricia Mendoza, Raul Bello

Institución: Estación Biológica Kawsay

AGOSTO 2022

Resumen ejecutivo

El programa de Rehabilitación y Reintroducción del mono araña (*Ateles chamek*) en el sureste de la Amazonía Peruana viene liberando monos araña en el área de Tambopata desde el año 2011. Para ello, se sigue un proceso cuidadoso de descarte de enfermedades, procediendo únicamente a la reintroducción de aquellos individuos que resulten negativos al descarte de enfermedades zoonóticas como herpesvirus y tuberculosis. Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado una evaluación de estos y otros agentes infecciosos en los primates de vida libre en el área. El presente proyecto tuvo como objetivo evaluar el uso de métodos no invasivos para la colecta de muestras que permitan identificar la presencia de patógenos tanto en animales reintroducidos como en aquellos de vida libre presentes en el área de reintroducción. Debido a las restricciones de movilización debido a la pandemia de COVID-19 la fase de campo del proyecto fue cancelada en Marzo 2020, ocho meses después de su inicio, y la evaluación de las muestras obtenidas se vio retrasada hasta Junio 2022. Durante los meses de evaluación de campo, observamos siete especies de primates dentro del área de estudio. En caso de interactuar, directa o indirectamente con los individuos reintroducidos, estas especies estarían expuestas a agentes infecciosos o enfermedades transmisibles que puedan estar afectando a los monos reintroducidos, en caso positividad a algún agente. Sin embargo, no se observaron interacciones directas entre especies de primates, sugiriendo que las interacciones interespecíficas son infrecuentes en el área evaluada. El retraso en el procesamiento afecto la calidad de las muestras obtenidas impidiendo identificar agentes infecciosos. Se recomienda una evaluación más extensa, incluyendo todas las especies de primates en el área y en lo posible empleando métodos moleculares que cubran un amplio espectro de microorganismos. Una evaluación comprensiva permitiría describir la circulación natural de agentes infecciosos y estimar el riesgo real de diseminación de patógenos a partir de la reintroducción de monos araña.

Abstract

The program for the Rehabilitation and Reintroduction of the black-faced spider monkey (*Ateles chamek*) in the Southeast Peruvian Amazon is reintroducing spider monkeys since 2011. These reintroductions follow a careful pathogen screening process, ensuring that only primates with negative status for zoonotic infections such as tuberculosis and herpesvirus are released. However, to the date, an evaluation of the infectious agents carried by free-ranging primates in the area has not been performed. This project had the goal to evaluate non-invasive sampling techniques to detect pathogen infecting the reintroduced primates, as well as those free-ranging primate species in the reintroduction area. Unfortunately, the movement restrictions caused by COVID-19 required the cancellation of the field sampling in March 2020, eight months after it was launched, and the delayed of samples processing until June 2022. During the field evaluations, we observed seven primate species inhabiting the study area. In case of interacting with each other, these species would be exposed to infectious agents carried by the reintroduced primates. However, we did not observe any direct interaction suggesting that interspecific encounters are infrequent in the study area. The delay in samples processing affected samples quality, preventing the detection of infectious agents in the samples that were collected. We recommend a more extensive evaluation, aiming to the detection of a wide spectrum of microorganisms in all the primate species present in the area. A comprehensive assessment would help to describe natural circulation of infectious agents and estimate the real risk of disease introduction and spread through the reintroduction of spider monkeys.

1. Marco Teórico

Por su proximidad filogenética con los humanos, los monos en cautiverio se encuentran expuestos a adquirir infecciones zoonóticas que pueden ser ajenas al medio silvestre y por tanto, a las que los monos no han sido expuestos antes (1). Los patógenos asociados a humanos pueden causar enfermedad o incluso ser letales para los primates no-humanos. Por ejemplo, los siguientes agentes respiratorios: virus sincitial respiratorio humano, metaneumovirus humano, *Streptococcus pneumoniae*, *Pasteurella multocid*a, complejo *Mycobacterium tuberculosis* y *Streptococcus aureus* resistente a antibióticos, han sido asociados a la mortalidad de grandes simios expuestos a humanos a través del turismo (2–4). Otro ejemplo notable es el herpesvirus humano que ha causado brotes epidémicos con alta mortalidad en marmosetas periurbanas en Brazil (5–7) y en múltiples especies de primates neotropicales (8–12) y grandes simios (5) en cautiverio.

Los siguientes agentes zoonóticos han sido reportados en primates en cautiverio en Peru: Herpes Simplex Virus (13), Espumavirus (14), *Plasmodium spp.* (15), *Trypanosoma sp.* (16), mycobacterias (17) y bacterias resistentes a antibióticos (18). Sin embargo, no se ha estimado cual es el riesgo de diseminación de estos agentes a las poblaciones de vida libre. Una de las principales limitaciones para estimar este riesgo es que existe muy poca información sobre la circulación natural de estos agentes en primates de vida libre. Varios estudios de campo (proyectos liderados por Pedro Mayor, Angela Maldonado, Gideon Erkenswick, entre otros) vienen investigando agentes infecciosos en primates de vida libre en distintas regiones del país. No obstante, estas investigaciones, al igual que las realizadas por nuestro grupo de investigación en animales en cautiverio, no son exhaustivas debido a las limitaciones de las técnicas convencionales para la detección de agentes infecciosos. Actualmente, las técnicas moleculares genómicas y metagenómicas proveen la oportunidad de describir el microbioma de los primates silvestres y de evaluar la variación en la diversidad de agentes infecciosos que estos portan a través de las distintas fases de cautiverio (19,20). De esta manera, se ha demostrado que los primates en cautiverio portan una menor riqueza de bacterias entéricas, pero que a mayor tiempo en cautiverio su microbioma es más similar al de los humanos que al de sus conspecíficos de vida libre (21). Se desconoce si al volver a la vida libre, el microbioma de los primates puede cambiar nuevamente y recuperar la diversidad observada en primates que nunca han sido capturados.

Entre los agentes que actualmente causan mayor problema para la reintroducción de primates en Perú, se encuentran los herpesviruses humanos. El orden Herpesvirales comprende 3 familias virales con mas de 130 virus descritos (22,23), 37 de ellos han sido identificados en primates y 8 se encuentran asociados a humanos (24). Estos virus han co-evolucionado con las especies que se han convertido en su hospedero natural (23), en el que sólo causan infecciones ligeras o asintomáticas (25). Sin embargo, la transmisión accidental a hospederos no adaptados resulta en infecciones de variable patología (26). Por ejemplo, *Herpesvirus ateles* y *Herpesvirus saimiri,* que tienen como hospederos naturales a los monos araña y monos ardilla, respectivamente, pueden causar tumores linfoproliferativos en monos nocturnos, marmosetas y tamarinos (27–29). De manera similar, los herpes simplex humanos son considerados letales para los primates Neotropicales (9,30–32). En Perú, se ha reportado mortalidad por herpes simplex humano en un mono aullador mascota (11) y monos nocturnos expuestos a un animal decomisado (10). Sin embargo, no todas las infecciones accidentales por herpes resultan en mortalidad o cuadro clínico; los herpesvirus tienen la capacidad de desarrollar latencia, y pueden afectar al huésped de manera asintomática por el curso de toda su vida o hasta que condiciones como el estrés y la inmunosupresión sean favorables para su reactivación (33). Ghersi et al. (2011) determinó que la prevalencia de infecciones por herpesvirus en primates en cautiverio a nivel nacional es del 15%, detectando la presencia de *Herpesvirus ateles* y Herpes simplex tipo 1, entre otros herpes no identificados (13). A la fecha, no se dispone de información sobre la circulación de herpesvirus en primates de vida libre en Perú.

El maquisapa o mono araña negro *(Ateles chamek)* se encuentra "en peligro" según la UICN y el libro rojo de especies amenazadas del Perú. Esta especie es considerada extinta localmente en el bajo Madre de Dios (INRENA, 2003; Bello *et al.*, 2014). Los maquisapas son frecuentemente capturados, vendidos y mantenidos como mascota como parte del tráfico ilegal de fauna. El abandono y decomiso frecuente de estos individuos, ha generado como respuesta esfuerzos para su rehabilitación y reintroducción, como los liderados por el centro de Rescate Taricaya y la estación biológica Kawsay. El presente proyecto busca evaluar la presencia de agentes infecciosos en maquisapas reintroducidos y de vida libre a fin de identificar los cambios en el microbioma que ocurren durante la transición de cautiverio a vida libre y conocer si existe circulación natural de herpesvirus en maquisapas de vida libre. Así mismo, aunque el proyecto esta enfocado en maquisapas, se colectara de manera

oportunista muestras de monos aulladores y otros primates en el área de estudio. Todas las especies de primates son susceptibles a los herpesvirus, y conocer la circulación de estos virus en especies que comparten habitat con los maquisapas contribuirá a entender mejor la dinámica de estas infecciones.

2. Área de estudio

El área de estudio comprende el área de reintroducción de maquisapas, dentro de la Concesión de Conservación Kawsay, y el área de la Reserva Nacional Tambopata (RNTAMB) que se encuentra entre los límites del sector Sandoval y Briolo entre las coordenadas 500000 – 8614000, zona 19 L , DATUM WGS 84, que colinda con la concesión de ecoturismo de la Reserva Ecológica Taricaya (RET) y con la concesión de conservación Kawsay, que forma parte de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata. (Figura N°1).

La zona corresponde a un Bosque húmedo subtropical en el sistema de Holdrige, con un rango de elevación ubicado entre los 150 y 250 m.s.n.m en selva baja. El bosque característico es un bosque aluvial inundable, en áreas adyacentes al curso de ríos y quebradas con deficiencias de drenaje El área presenta dos épocas marcadas por la frecuencia y la cantidad de precipitación: una época seca entre abril y Octubre; y la época de lluvias que se desarrolla entre noviembre y marzo.

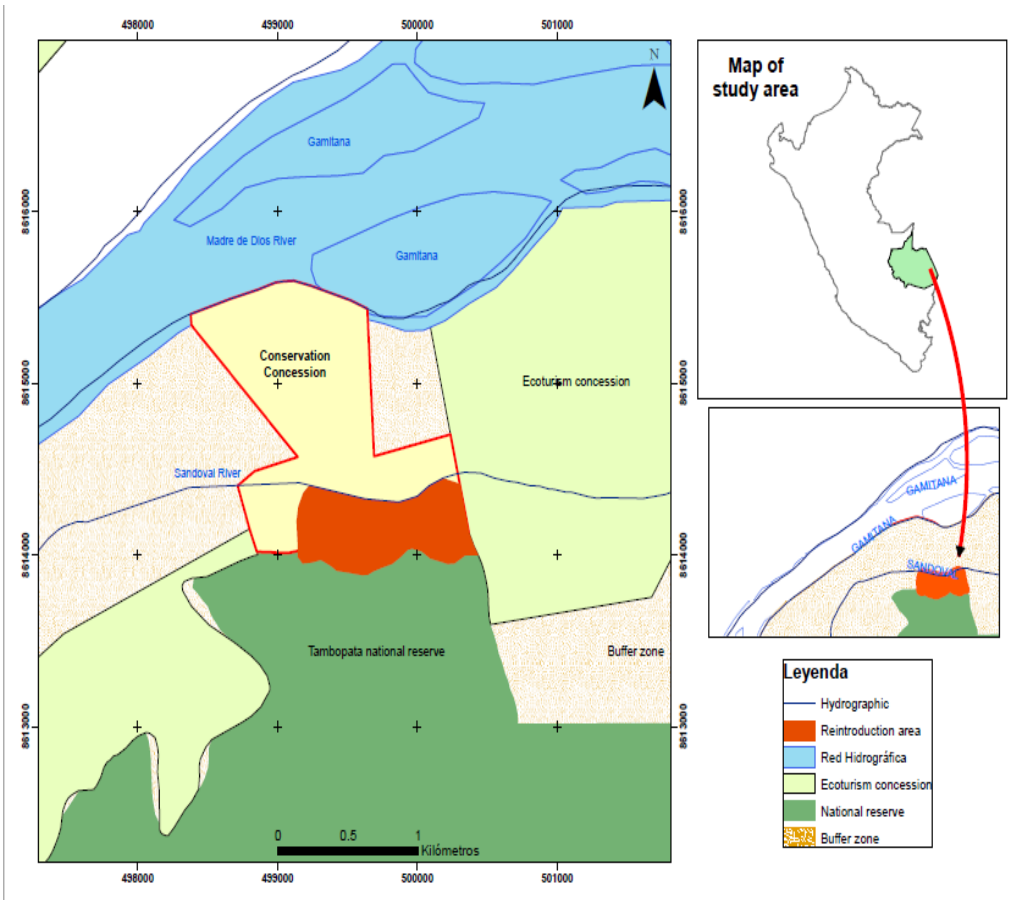

Figura N°1 Ubicación del Área de Estudio. El polígono delimitado con bordes rojos corresponde a la Concesión para Conservación Kawsay, el polígono de color rojo solido corresponde al área de reintroducción de maquisapas, el área de color verde corresponde a las áreas colindantes dentro de la Reserva Nacional Tambopata.

3. Metdología

Se procedió al seguimiento y colecta de muestras de primates en los senderos existentes dentro de la Concesión de Conservación Kawsay y área de reintroducción de monos araña adjunta dentro de la RNTAMB (Figura 1. Área delimitada en color naranja) de la siguiente manera:

Durante las jornadas de campo, se recorrió los senderos hasta encontrar tropas de primates, ya sea monos araña reintroducidos u otras especies presentes en el área. En caso de avistar un grupo de primates, se realizó el seguimiento de estos, manteniendo una distancia prudencial de por lo menos 30 metros. Durante el seguimiento, se tomó registro de la especie observada, número aproximado de individuos, e interacciones con otras especies.

Durante el seguimiento, se prestó especial atención a los eventos de forrajeo y defecación. En caso de observar animales alimentándose, se procedió a recoger frutas y/o hojas descartadas por los primates a fin de identificar marcas de dientes y/o saliva en las mismas. En caso de que las hojas y/o frutas presentaran marcas o saliva, se frotó un hisopo de polyester estéril sobre las mismas. Este hisopo fue luego colocado en un vial con 1ml de RNA Later y rotulado con la especie, fecha y tipo de muestra colectada (ej. Hisopado fruta, hisopado hoja). En caso de observarse a los animales defecando se procedió a colectar muestras fecales usando una paleta de madera para recoger la muestra y colocarla en un vial con 1ml de RNA Later, rotulado con la especie, fecha y tipo de muestra (Figura 2). Las muestras colectadas fueron mantenidas a temperatura ambiente hasta su envío al laboratorio y posterior procesamiento.

Figura 2. Colecta de muestras fecales de manera no invasiva.

Además de la colecta de hisopados de hojas y frutas, el proyecto incluía en su metodología la colecta de saliva a través sogas masticables de polyester embebidas en jugo de frutas y puestas a disposición de los monos (34,35). Sin embargo, esta metodología requería la habituación de los monos a las sogas masticables y debido a las restricciones de movilización por causa de la pandemia de COVID-19 no se pudo implementar.

4. Resultados

Se identificó siete especies de primates dentro del área de la Concesión de Conservacion Kawsay (Tabla 1). No se observó interacciones entre especies, todos los grupos de primates observados correspondieron a una sola especie.

Tabla 1. Listado de especies identificadas en la Concesión de Conservacion Kawsay y zonas colindantes dentro de la RNT

			Condición
Nombre común	**Nombre en inglés**	**Nombre científico**	
Mono araña o maquisapa	Spider monkey	*Ateles chamek*	Reintroducido
Mono ardilla o frailecillo	Squirrel monkey	*Saimiri boliviensis*	Vida libre
Mono tocón	titi monkey	*Plecturocebus aeureopalatti*	Vida libre
Mono pichico	Saddleback tamarin	*Leontocebus wedelli*	Vida libre
Mono aullador rojo	Red howler monkey	*Alouatta sara*	Vida libre
Mono machín negro	Bronw capuchin	*Sapajus macrocephalus*	Vida libre
Mono nocturno o musmuqui	Owl monkeys	*Aotus nigriceps*	Vida libre

La colecta de muestras de saliva y heces fueron suspendida en Marzo 2020 debido a las restricciones de movilización por causa de la pandemia de COVID-19. Hasta Marzo de 2020, se colectaron las siguientes muestras:

Tabla 2. Listado de muestras colectadas, incluyendo coordenadas UTM

Muestra	**Tipo de muestra**	**Especie**	**Fecha de colecta**	**Coordenadas**
K001	Hisopado soga	Ateles chamek	7-Ago-19	499529 8614096
K002	Hisopado soga	Ateles chamek	7-Ago-19	499529 8614096
K003	Heces	Ateles chamek	26-Nov-19	500367 8614134
K004	Heces	Ateles chamek	26-Nov-19	500367 8614134
K005	Hisopado hoja	Ateles chamek	24-Sept-19	499846 8613826
K006	Heces	Ateles chamek	26-Nov-19	500367 8614134
K007	Hisopado hoja	Ateles chamek	15-Ago-19	499653 8613640
K008	Hisopado fruta	Ateles chamek	23-Sept-19	500018 8613702
K009	Hisopado fruta	Ateles chamek	3-Feb-20	500828 8613493
K010	Hisopado hoja	Ateles chamek	24-Sept-19	499846 8613826
K011	Hisopado fruta	Ateles chamek	3-Feb-20	500828 8613493
K012	Hisopado hoja	Ateles chamek	24-Sept-19	499846 8613826
K013	Hisopado fruta	Ateles chamek	31-Mar-20	500406 8613801
K014	Hisopado fruta	Ateles chamek	23-Ene-20	500654 8613825
K015	Hisopado fruta	Ateles chamek	23-Ene-20	500654 8613825

K016	Hisopado hoja	Ateles chamek	24-Sept-19	499846 8613826
K017	Hisopado hoja	Ateles chamek	13-Sept-19	498852 8614018
K018	Hisopado fruta	Ateles chamek	13-Sept-19	498852 8614018
K019	Hisopado hoja	Ateles chamek	18-Ago-19	499653 8613640
K020	Hisopado fruta	Ateles chamek	23-Sept-19	500018 8613702
K021	Hisopado hoja	Ateles chamek	18-Ago-19	499653 8613640
K022	Heces	Ateles chamek	21-Nov-19	500219 8613438
K023	Heces	Saimiri boliviensis	10-Ene-20	499946 8613453
K024	Heces	Saimiri boliviensis	18-Feb-20	500406 8613801
K025	Heces	Saimiri boliviensis	19-Feb-20	500406 8613801
K026	Heces	Alouatta sp.	15-Ene-20	500632 8613378
K027	Heces	Alouatta sp.	5-Mar-20	499413 8614145

El periodo óptimo de almacenamiento de las muestras en campo a temperatura ambiente es de 3 a 6 meses, sin embargo, debido a las restricciones de movilización, estas pudieron ser transportadas a Lima recién en Julio 2021 para su almacenamiento en refrigeración en la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

A fin de evaluar la calidad de las muestras de saliva para diagnóstico de agentes infecciosos, se realizó una prueba de purificación del ADN y posterior análisis mediante amplificación de un fragmento de 800 pares de bases del citocromo b. Desafortunadamente, la evaluación de calidad de las muestras seleccionadas no produjo ninguna amplificación del fragmento de citocromo b, indicando que el ADN presente en la muestra se encontraba degradado y no apto para su evaluación molecular. Por tanto, no se continuó con la evaluación de las muestras. Las muestras de heces no fueron procesadas y se encuentran almacenadas en la Universidad Peruana Cayetano Heredia para futuros análisis.

5. Discusión

La reintroducción de animales recuperados del tráfico de fauna conlleva un riesgo de introducción o diseminación de agentes infecciosos que podrían afectar a las poblaciones de fauna presentes en las áreas de reintroducción. Este riesgo es mayor en primates, debido a su mayor susceptibilidad a agentes zoonóticos.

El programa de Rehabilitación y Reintroducción del mono araña en el sureste de la Amazonía Peruana viene liberando monos araña en el área de Tambopata desde el año 2011 (36). Para ello, se sigue un proceso cuidadoso de descarte de enfermedades, procediendo únicamente a la reintroducción de aquellos individuos que resulten negativos al descarte de enfermedades zoonóticas como herpesvirus y tuberculosis. Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado una evaluación de estos y otros agentes infecciosos en los primates de vida libre en el área. Una de las principales limitaciones para realizar dicha evaluación es que las zonas colindantes son susceptibles de actividades extractivas como la minería ilegal, la tala selectiva, la caza y ecoturismo, que habitúan primates cerca a sus albergues poniendo comidas para el placer de los turistas, además, el acostumbramiento de los primates a la intervención humana mediante actividades de investigación podría favorecer su caza. La Concesión de Conservación Kawsay, viene promoviendo la preservación del área de reintroducción de monos araña mediante actividades de investigación y educación. Como parte de ellas, el presente proyecto tuvo como objetivo evaluar el uso de métodos no invasivos para la colecta de muestras que permitan identificar la presencia de patógenos tanto en animales reintroducidos como en aquellos de vida libre presentes en el área de reintroducción.

En la corta duración de la fase de campo, se pudo identificar siete especies de primates dentro del área de la concesión y áreas aledañas de la RNT que correspondían a nuestra área de estudio (Tabla 1). La riqueza de primates observada es comparable a la riqueza registrada en otras áreas de la Reserva Nacional Tambopata (37,38). Esto nos indica que, a pesar de la degradación histórica del bosque en el área ahora protegida por la concesión, se mantiene una alta diversidad de primates. También nos sugiere que la reintroducción de monos

araña no ha afectado negativamente la riqueza local de primates, y que por el contrario, ésta se ha incrementado con el establecimiento de tropas de monos reintroducidos (36).

Las especies identificadas se encontrarían expuestas a los agentes infecciosos y enfermedades que puedan ser portadas por los primates reintroducidos. Se ha determinado que la posibilidad de compartir agentes infecciosos entre especies de primates es mayor en individuos relacionados filogenéticamente (especies con una historia evolutiva común), que comparten el mismo espacio geográfico, y el mismo nicho ecológico (1,39–41). Esta posibilidad de contagio se incrementa con la frecuencia o intensidad de las interacciones entre individuos, ya sean directas o indirectas, y dependiendo del tipo de agente infeccioso (42). A pesar de haber identificado siete especies de primates compartiendo el mismo espacio geográfico, y que es posible que varias de ellas compartan el mismo nicho ecológico (por ejemplo: *Saimiri spp., Sapajus spp.* y *Leontocebus spp.),* nuestras observaciones no identificaron ninguna interacción directa entre especies distintas de primates. Las interacciones directas que se han podido observar en otras áreas de Tambopata son: traslado y forrajeo en tropas mixtas de monos ardilla y monos machines, y la confluencia de tropas de dos o más especies en árboles con abundantes frutos. Así mismo, se estima que el uso de colpas o lamederos de arcilla y el forrajeo de especies pequeñas (por ejemplo: *Leontocebus sp.*) en árboles de descanso de monos aulladores resultan en interacciones indirectas. Nuestra evaluación no fue lo suficientemente exhaustiva para descartar que estas interacciones ocurran en el área de estudio, pero sugiere que son infrecuentes. Una posible explicación de la ausencia de interacciones en nuestros registros es que la perturbación y degradación del bosque favorezca la separación de tropas de primates en distintos areas del bosque (38). Estudios más exhaustivos de la distribución, uso del hábitat, comportamiento y dinámicas sociales de las especies de primates en el área de reintroducción podrían ayudar a estimar la frecuencia de interacciones favorables a la transmisión de agentes infecciosos a partir de los animales reintroducidos.

La colecta de muestras no invasivas para la detección de agentes infecciosos permite realizar evaluaciones sanitarias en áreas naturales con un mínimo impacto en el bienestar y comportamiento del animal. Las muestras no invasivas tales como saliva y heces colectadas a partir del ambiente, nos permiten determinar no solo si los primates evaluados se encuentran infectados por algún patógeno de interés, sino que también nos permiten saber si estos patógenos están siendo excretados y se mantienen viables en el ambiente utilizado por otros primates. La colecta de muestras fecales del ambiente es un método ampliamente usado para identificar parásitos, bacterias y otros patógenos entéricos (37,43). En contraste, la detección de agentes virales y bacterianos de transmisión oral o respiratoria se realiza usualmente mediante muestreo de sangre o de hisopados orales y nasales que requieren la captura del animal. Nuestro estudio contemplaba la colecta de saliva de manera no invasiva mediante dos técnicas: 1) mediante "sogas" empapadas en jugo de frutas – técnica evaluada con los primates en cautiverio en el Centro de Rescate Taricaya, sede del programa de Rehabilitación y Reintroducción de monos araña, con éxito en la detección de ADN viral en la saliva obtenida de las muestras (44); 2) a partir de hojas y frutos mordidos y descartados en el ambiente – técnica usada en primates en Africa y Asia (34,45) pero que aún no ha sido implementada en especies neotropicales. Desafortunadamente, la interrupción de la fase de campo debido a la pandemia de COVID-19 no permitió implementar la colecta a partir de "sogas" y afectó la correcta preservación de muestras ambientales.

La ausencia de ADN en las muestras de saliva evaluadas indica que es necesario seguir perfeccionando la técnica de colecta no invasiva a partir de hojas y frutos. Es posible que la cantidad de ADN contenida en la muestra sea muy pequeña para su detección, que el ADN se haya degradado debido al extendido periodo de almacenamiento a temperatura ambiente, o que la materia vegetal contenida en la muestra contenga inhibidores que afecten la extracción de ácidos nucleicos a partir de la muestra.

6. Conclusiones

Observamos por lo menos siete especies de primates dentro de la Concesión de Conservación Kawsay y área delimitada para la reintroducción de monos araña. En caso de interactuar, directa o indirectamente con los individuos reintroducidos, estas especies estarían expuestas a agentes infecciosos o enfermedades transmisibles que puedan estar afectando a los monos reintroducidos o viceversa, en caso alguno presente algún patógeno. Durante los meses de evaluación del proyecto, no se observaron interacciones entre las

especies. Así mismo, la cancelación del muestreo y baja calidad de las muestras obtenidas nos impide identificar agentes infecciosos que puedan estar afectando a los primates en el área. Se recomienda una evaluación más extensa, incluyendo todas las especies de primates en el área y en lo posible empleando métodos moleculares que cubran un amplio espectro de microorganismos (por ej. evaluación de microbioma, protocolo 16S para familias bacteriana, o pruebas de PCR para familias virales).

Bibliografía

1. Pedersen AB, Davies TJ. Cross-Species Pathogen Transmission and Disease Emergence in Primates. EcoHealth. 2009 Dec;6(4):496–508.

2. Palacios G, Lowenstine LJ, Cranfield MR, Gilardi KVK, Spelman L, Lukasik-Braum M, et al. Human Metapneumovirus Infection in Wild Mountain Gorillas, Rwanda. Emerging Infectious Diseases. 2011 Apr;17(4):711–3.

3. Fagre AC, Cohen LE, Eskew EA, Farrell M, Glennon E, Joseph MB, et al. Assessing the risk of human-to-wildlife pathogen transmission for conservation and public health. Ostfeld R, editor. Ecology Letters. 2022 Jun;25(6):1534–49.

4. Wolfe N. Wild Primate Populations in Emerging Infectious Disease Research: The Missing Link? Emerging Infectious Diseases. 1998 Jun;4(2):149–58.

5. Gilardi K, Oxford K, Gardner-Roberts D, Kinani JF, Spelman L, Barry P, et al. Human herpes simplex virus type 1 in confiscated gorilla. Emerging Infectious Diseases. 2014;20(11):1883–6.

6. deMello MT, Raick AN. Surto fatal de infeccao herpetica em pequeno grupo de Callithrix jacchus. In: 2nd Congresso Brasileiro de Primatologia, Campinas. 1985. p. 495.

7. Bruno SF, Liebhold MM, Mätz-Rensing K, Romao MA, Didier A, Brandes F, et al. [Herpesvirus infections in free living black tufted ear marmosets (Callithrix penicillata, E. Geoffroyi 1812) at the State Park of Serra da Tiririca, Niterói, Rio de Janeiro, Brazil]. Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift. 1997;110(11–12):427–30.

8. Imura K, Chambers JK, Uchida K, Nomura S, Suzuki S. Herpes Simplex Virus Type 1 Infection in Two Pet Marmosets in Japan. 2014;7–10.

9. Huemer HP, Clara L, Czedik-Eysenberg T, Nowotny N, Reifinger M. Fatal infection of a pet monkey with Human herpesvirus 1. Emerging Infectious Diseases. 2002;8(6):639–41.

10. Gozalo AS, Montoya EJ, Weller RE. Dyscoria associated with herpesvirus infection in owl monkeys (Aotus nancymae). Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS. 2008;47(4):68–71.

11. Hermosa C, Gonzales C, Mamani J. Reporte de Herpesvirus en mono aullador (Alouatta seniculus) cría proveniente de una donación. In: Resumenes del 1er Simposio Nacional de Primatología en el Perú. Lima; 2011.

12. Juan-Sallés C, Ramos-Vara J a, Prats N, Solé-Nicolás J, Segalés J, Marco a J. Spontaneous herpes simplex virus infection in common marmosets (Callithrix jacchus). Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc. 1997;9(3):341–5.

13. Ghersi B, Mendoza A, Razuri H, Romero A, Bennett A, Switzer W, et al. Presence of Human Herpes Virus in Captive New World Primates in Peru. In: Proceedings of the 60th International Wildlife Disease Association Conference. Quebec; 2011.

14. Ghersi BM, Jia H, Aiewsakun P, Katzourakis A, Mendoza P, Bausch DG, et al. Wide distribution and ancient evolutionary history of simian foamy viruses in New World primates. Retrovirology. 2015;12(1):1–19.

15. Zariquiey C, Nuñez C, Mendoza P, Rosenbaum M, De La Puente M, Uhart M, et al. Hemoparasites in Captive Non-human Primates: Risks for public and animal health. In: American Society of Tropical Medicine and Hygiene. 2012. p. 193.

16. Aysanoa E, Mayor P, Mendoza AP, Zariquiey CM, Morales EA, Pérez JG, et al. Molecular epidemiology of Trypanosomatids and *Trypanosoma cruzi* in primates from Peru. EcoHealth. 2017;2015(Who 2014):732–42.

17. Rosenbaum M, Mendoza P, Ghersi BM, Wilbur AK, Perez-Brumer A, Cavero Yong N, et al. Detection of Mycobacterium tuberculosis Complex in New World Monkeys in Peru. EcoHealth. 2015;12(2):288–97.

18. Medina G C, Morales C S, Navarrete Z M. Resistencia Antibiótica de Enterobacterias Aisladas de Monos (Ateles , Callicebus y Lagothrix) en Semicautiverio en un Centro de Rescate , Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias de Peru. 2017;28(2):418–25.

19. Blanchong JA, Robinson SJ, Samuel MD, Foster JT. Application of genetics and genomics to wildlife epidemiology: Genetics and Wildlife Epidemiology. The Journal of Wildlife Management. 2016 May;80(4):593–608.

20. Funk WC, Forester BR, Converse SJ, Darst C, Morey S. Improving conservation policy with genomics: a guide to integrating adaptive potential into U.S. Endangered Species Act decisions for conservation practitioners and geneticists. Conservation Genetics [Internet]. 2018 Aug 22 [cited 2019 Mar 10]; Available from: http://link.springer.com/10.1007/s10592-018-1096-1

21. Clayton JB, Vangay P, Huang H, Ward T, Hillmann BM, Al-Ghalith GA, et al. Captivity humanizes the primate microbiome. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016 Sep 13;113(37):10376–81.

22. Roizman B. The herpesviruses. Roizman B, editor. Springer Science & Business Media.; 1982. 445 p.

23. Wang N, Baldi PF, Gaut BS. Phylogenetic analysis , genome evolution and the rate of gene gain in the Herpesviridae. 2007;43:1066–75.

24. Davison AJ. Herpesvirus systematics §. Veterinary Microbiology. 2010;143(1):52–69.

25. Eberle R, Jones-Engel L. Understanding Primate Herpesviruses. Journal of Emerging Diseases and Virology. 2017;3(1):1–11.

26. McCarthy K, Tosolini FA. A review of Primate Herpes Viruses. Proceedings of the Royal Society of Medicine. 1975;68:11–6.

27. Rogers DL, McClure GB, Ruiz JC, Abee CR, Vanchiere JA. Endemic viruses of squirrel monkeys (Saimiri spp.). Comparative Medicine. 2015;65(3):232–40.

28. Katsch K, de Jong SJ, Schmidt M, Müller-Fleckenstein I, Fleckenstein B, Albrecht JC, et al. Species restriction of Herpesvirus saimiri and Herpesvirus ateles: Human lymphocyte transformation correlates with distinct signaling properties of viral oncoproteins. Virus Research. 2012;165(2):179–89.

29. Ferreyra H, Argibay H, Rinas M a, Uhart M. Squirrel monkey cytomegalovirus antibodies in free-ranging black howler monkeys (Alouatta caraya), Misiones, Argentina. Journal of wildlife diseases. 2012;48(2):512–3.

30. Costa EA, Luppi MM, Malta MDCC, Luiz APMF, de Araujo MR, Coelho FM, et al. Outbreak of human herpesvirus type 1 infection in nonhuman primates (Callithrix penincillata). Journal of wildlife diseases. 2011;47(3):690–3.

31. Casagrande RA, Pannuti CS, Kanamura C, Freire WS, Grespan A, Matushima ER. Fatal Human herpesvirus 1 (HHV-1) infection in captive marmosets (Callithrix jacchus and Callithrix penicillata) in Brazil: Clinical and pathological characterization. Pesquisa Veterinaria Brasileira. 2014;34(11):1109–14.

32. Schrenzel MD, Osborn KG, Shima A, Klieforth RB, Maalouf GA. Naturally occurring fatal herpes simplex virus 1 infection in a family of white-faced saki monkeys (Pithecia pithecia pithecia). Journal of Medical Primatology. 2003;32(1):7–14.

33. Roizman B, Whitley RJ. An Inquiry into the Molecular Basis of HSV Latency and Reactivation. Annual Review of Microbiology. 2013;67(1):355–74.

34. Smiley Evans T, Barry PA, Gilardi KV, Goldstein T, Deere JD, Fike J, et al. Optimization of a Novel Non-invasive Oral Sampling Technique for Zoonotic Pathogen Surveillance in Nonhuman Primates. Rimoin A, editor. PLOS Neglected Tropical Diseases. 2015 Jun 5;9(6):e0003813.

35. Smiley Evans T, Gilardi KVK, Barry PA, Ssebide BJ, Kinani JF, Nizeyimana F, et al. Detection of viruses using discarded plants from wild mountain gorillas and golden monkeys: Discarded Plants for Virus Detection. American Journal of Primatology. 2016 Nov;78(11):1222–34.

36. Pottie S, Bello R, Donati G. Factors influencing establishment success in reintroduced black-faced spider monkeys Ateles chamek. Primates. 2021 Nov 1;62(6):1031–6.

37. Phillips KA, Haas ME, Grafton BW, Yrivarren M. Survey of the gastrointestinal parasites of the primate community at Tambopata National Reserve, Peru. Journal of Zoology. 2004;264(2):149–51.

38. Palminteri S, Powell GVN, Peres CA. Regional-scale heterogeneity in primate community structure at multiple undisturbed forest sites across south-eastern Peru. J Trop Ecol. 2011 Mar;27(2):181–94.

39. Davies TJ, Pedersen AB. Phylogeny and geography predict pathogen community similarity in wild primates and humans. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 2008 Jul 22;275(1643):1695–701.

40. Pedersen AB, Altizer S, Poss M, Cunningham AA, Nunn CL. Patterns of host specificity and transmission among parasites of wild primates. International Journal for Parasitology. 2005 May;35(6):647–57.

41. Cooper N, Griffin R, Franz M, Omotayo M, Nunn CL. Phylogenetic host specificity and understanding parasite sharing in primates. Ecology Letters. 2012;15(12):1370–7.

42. Nunn CL, Altizer S. Infectious Diseases in Primates. Behavior, ecology, and evolution. Oxford University Press; 2006. 384 p. (Oxford Series in Ecology and Evolution).

43. Helenbrook WD, Nelson A, Paras KL, Solorzano-Garcia B. Intestinal Parasitism in Free-Ranging Black-Headed Night Monkeys, Aotus nigriceps, of Southeastern Peru. Int J Primatol. 2020 Jun 1;41(3):458–70.

44. McDermott D, Mendoza AP, Smiley-Evans T, Zavaleta M, Da'Dara A, Alarcon J, et al. Optimizing a noninvasive oral sampling technique for semi-captive Neotropical primates in Peru (Accepted). Journal of Wildlife Diseases.

45. Smiley Evans T, Lowenstine LJ, Gilardi KV, Barry PA, Ssebide BJ, Kinani JF, et al. Mountain gorilla lymphocryptovirus has Epstein-Barr virus-like epidemiology and pathology in infants. Scientific Reports [Internet]. 2017 Dec [cited 2019 Feb 7];7(1). Available from: http://www.nature.com/articles/s41598-017-04877-1