



INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL "PEDRO KOURÍ"
PARQUE ZOOLOGICO NACIONAL DE CUBA



Identificación de parásitos intestinales con potencial zoonótico o no, en primates no humanos y sus cuidadores. Parque Zoológico Nacional de Cuba, 2017.

Autora: DMV. Yuhina Mangly López

Tesis para optar por el Título de Máster en Parasitología

La Habana
2018



INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL "PEDRO KOURÍ"
PARQUE ZOOLOGÍCO NACIONAL DE CUBA



Identificación de parásitos intestinales con potencial zoonótico o no, en primates no humanos y sus cuidadores. Parque Zoológico Nacional de Cuba, 2017.

Autora: DMV. Yuhina Mangly López

Tutores: Dr. Fidel A. Núñez Fernández, Dr.C.

Lic. Luis Enrique Jerez Puebla, MSc.

Asesoras: Dra. Yanet Fresco Sampedro

Dra. Irais Virginia Atencio Millán, MSc.

Tesis para optar por el Título de Máster en Parasitología

La Habana

2018

Agradecimientos

Al empezar a escribir esta parte de la tesis es cuando te percatas de que es la más difícil de todas. No quieres olvidar a nadie en un momento así, cuando eres consciente de que ningún objetivo logrado es mérito personal. Pero siempre están los y las indispensables a quienes quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos: empezando por las muchachitas de docencia, donde inicio esta aventura para mí, Betty, Niurka y Thelma. A los profesores de la maestría y el grupo del laboratorio de parasitología, gracias por la oportunidad de hacer realidad el día de hoy.

Especial agradecimiento a mis tutores; el Dr. Fidel Ángel Núñez, profesor por convicción, quien compartió sin reservas toda su sabiduría dedicando interminables horas de trabajo para que esta tesis llegara a ser lo que hoy presentamos. El Lic. Luis Enrique Jerez con su capacidad increíble de compromiso, profesionalidad y apoyo constante. Me gustaría mencionar a mis asesoras, la Dra Yanet y la Dra Irais, cómplices detrás del microscopio, sin las que nada de esto hubiera sido posible. Muchas gracias por darme la oportunidad de trabajar con ustedes.

Por este instituto, sin duda alguna, caminan personas brillantes. Científicos increíbles que hacen mucho con casi nada y gente común sin las que no podríamos ni intentar hacer ciencia. A todos ellos y ellas, gracias.

Si hoy estamos presentando esta tesis es gracias a mis dos familias; la familia del Zoológico y mi familia. Ellos también matricularon la maestría, estudiaron, hoy están aquí y el resultado de esta tesis será para ellos tanto como para mí. Trabajar juntos es la experiencia más enriquecedora que alguien pudiera tener y yo soy afortunada por eso. Quisiera aprovechar este momento para expresar a mi familia que es la mejor del mundo, mis hermanos dos hombres especiales y el amor de mi vida, complemento, apoyo y el regalo máspreciado. Han sido guía y pretexto para intentar cada día ser mejor ser humano. Por ser gastada la frase no dejar de ser perfecta, "sin ustedes, hoy esto no sería posible". *Mami y Tatito, gracias por el primer día ...*

Resumen

En Parque Zoológico Nacional de Cuba (PZN) se albergan 43 primates no humanos (PNH) de 10 especies. Hasta la fecha no se conocían los parásitos intestinales con potencial zoonótico o no, circulando en esta población y en los trabajadores del zoológico vinculados a ellos. Se estudiaron parasitológicamente, tres muestras consecutivas de 43 PNH y seis trabajadores, utilizando las técnicas parasitológicas; examen directo con Lugol, Ritchie y Willis modificado. Fueron diagnosticados 11 parásitos intestinales; nueve protozoos: *Entamoeba* spp., *Blastocystis* spp., *Endolimax nana*, *Entamoeba coli*, *Iodamoeba butschlii*, *Coccidia* spp., *Balantidium coli*, *Cyclospora* spp., *Giardia lamblia* y dos helmintos; *Trichuris trichiura* y *Echinostoma ilocanum*. No se encontraron diferencias significativas entre los parásitos diagnosticados, ni entre los PNH y los trabajadores. Las especies más afectadas fueron de los géneros *Papio* y *Macaca*, así como la especie menos infectada *Cebus apella*. Aunque no fue demostrada la transmisión entre los PNH y los trabajadores, por la no utilización de métodos moleculares, esta investigación permitió exponer el potencial de transmisión zoonótica de parasitosis intestinales en los PNH del PZN de Cuba.

Agradecimientos	1
Resumen	2
I. Introducción	1
II. Objetivos	4
III. Marco teórico	5
3.1. Parasitosis intestinales en humanos y PNH.	5
3.1.1. Factores que han favorecido la diseminación de las parasitosis intestinales entre humanos y PNH.	5
3.1.2. Principales parasitosis intestinales comunes y zoonosis que afectan a humanos y PNH.	6
3.1.3. Protozoos.	7
3.1.4. Helmintos.	9
3.2. Las parasitosis intestinales en los PNH y trabajadores de los zoológicos.	11
3.3. Breve reseña histórica de PNH en Cuba.	13
3.4. Primates.	15
3.4.1. Monos.	15
3.4.2. Simios.	16
IV. Materiales y Métodos	17
4.1. Diseño General del estudio.	17
4.2. Universo de estudio.	19
4.3. Criterio de inclusión y exclusión.....	20
4.3.1. Criterio de inclusión.....	20
4.3.2. Criterio de exclusión.....	20
4.3.3. Criterio para la retirada prematura de participantes.	20
4.3.4. Criterio para la suspensión o terminación de la investigación como un todo.	21
4.4. Consideraciones éticas.....	21

4.4.1. Procedimiento para proporcionar el consentimiento informado y proceso de retroalimentación con los participantes en la investigación.	22
4.5. Método para la colección de las muestras de heces.	23
4.6. Método para la conservación de las muestras.	23
4.7. Métodos de diagnóstico parasitológico.	23
4.7.1. Examen directo parasitológico con Lugol [123].	23
4.7.2. Método de concentración por flotación o Método de Willis modificado [123].	24
4.7.3. Método de Ritchie o concentración de formol-éter/ acetato de etilo [123].	24
4.8. Método de disposición de residuales.	25
4.8.1. Disposición de residuales generados durante la toma de muestra.	25
4.8.2. Disposición de residuales generados durante el procesamiento de las muestras.	25
4.9. Método de procesamiento estadístico.	26
V. Resultados	27
VI. Discusión de los resultados	32
VII. Conclusiones	36
VIII. Recomendaciones	37
IX. Bibliografía consultada	38
X. Anexos	56

I. Introducción

Los zoológicos en Cuba están agrupados en la Empresa Cubana para Zoológicos (ECZ) la cual incluye hasta la fecha seis instituciones de este tipo. En todo el país se contabilizan 14 zoológicos, los que aún no forman parte de la empresa están en proceso de inclusión [1]. El Parque Zoológico Nacional (PZN) y el Jardín Zoológico de la Habana (JZH) son de referencia para el resto de las instalaciones de este tipo en el país.

El PZN aloja una amplia representación de animales de varios continentes. Cuenta con recintos de enclaustramiento y área en semilibertad; siendo el único zoológico en Cuba que dispone de una pradera africana. La fauna silvestre acompañante del lugar es abundante, se han reportado: 109 especies de aves, tres de mamíferos, 17 de reptiles y anfibios. En la colección del PZN se registran 10 especies de primates no humanos (PNH) [2]. Sus recintos dentro de esta institución son una de las exhibiciones más visitadas. Esta preferencia es identificada internacionalmente en los zoológicos por la predilección que el público visitante tiene por estos animales [3]. Los PNH son frecuentemente reservorios de una amplia gama de parasitosis intestinales comunes para los humanos, lo que representa un alto riesgo de zoonosis [4-6].

Las similitudes filogenéticas entre los PNH y los humanos, unidas al incremento de la proximidad entre ambos grupos, han causado frecuentes intercambios de patógenos y zoonosis emergentes. Fenómeno que tiene una relevancia de impacto global [7]; lo que amenaza no solo la salud humana, sino también las poblaciones de PNH en libertad y en cautiverio [8].

Las colonias de PNH establecidas en zoológicos son dependientes en un 100 % del manejo del hombre para su subsistencia. Estas formas de manejo representan un alto riesgo de transmisión de enfermedades tanto antropozoonótica como zoonótica. Al respecto, en el PZN de Cuba se han realizado algunos estudios de parasitismo intestinal en PNH que registran resultados que han llegado a reportar el 53% de causa de morbilidad anual [9].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define las zoonosis como aquellas enfermedades o infecciones que se transmiten de forma natural de los animales vertebrados al hombre y viceversa. Pueden ser de origen bacteriano, viral, parasitario o causadas por agentes no convencionales, como los priones. Las zoonosis se identifican en la actualidad como un grupo importante dentro de los 1415 agentes patógenos conocidos para los humanos. Se estima que de ellos el 61% son zoonóticos [10].

Estudios realizados en diversas partes del mundo en PNH en cautiverio diagnostican un creciente número de parásitos intestinales con potencial zoonótico, en particular protozoos [11]. Entre las especies de PNH más estudiadas y en coincidencia con las propuestas en este estudio están: chimpancé (*Pan troglodytes*), mono verde (*Chlorocebus aethiops*), babuino anubis (*Papio anubis*) [3, 12], babuino sagrado (*Papio hamadryas*), capuchino cariblanco (*Cebus capucinus*) [13], mandril (*Mandrillus sphinx*) [12] y macaco cangrejero (*Macaca fascicularis*) [14].

Las parasitosis intestinales están identificadas como una de las dos causas más frecuentes que afectan la salud de varias especies de animales en peligro de extinción [8]. Por tanto, el estudio de las parasitosis presentes en las poblaciones de PNH en zoológicos es de vital importancia para mantener su bienestar [5].

La relación cercana con animales hace a los trabajadores de los zoológicos un grupo de alto riesgo de sufrir zoonosis [14]. En 2013 en la India se realizó un estudio presentando que los casos reportados hasta esa fecha como enfermedades ocupacionales vinculadas a zoológicos, el 30% fueron zoonosis [15]. Previos estudios realizados en 2008 en el Jardín Zoológico de Nigeria el 63,6% de los trabajadores muestreados, fueron positivos a zoonosis [16]. Las mismas son más frecuentes en países en vías de desarrollo, en las regiones tropicales y subtropicales, donde las condiciones climatológicas favorecen la proliferación y transmisión de estos agentes etiológicos. Es válido tener en cuenta que las zoonosis parasitarias están reconocidas como una de las más serias enfermedades humanas subdiagnosticadas [10, 17].

Dentro de los parásitos intestinales más diagnosticados en PNH en cautiverio, que pueden afectar al humano, se encuentran: *Trichuris trichiura*, *Strongyloides* spp., *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale* [7], *Oesophagostomum* spp., *Strongyloide fuelleborni*, *Cryptosporidium parvum*, *C. hominis* [18], *Balantidium coli*, *Blastocystis* spp., *Giardia* spp., *Hymenolepis nana* [6], *Cyclospora* spp., *Entamoeba* spp. [3], *Enterobius vermicularis* [19], *Schistosoma mansoni* [12] y *Endolimax nana* [20-21]. Los especialistas del PZN de Cuba del ha enfocado principalmente sus diagnósticos en la especie *Pan troglodites* [22].

El reciente cambio en la estructura administrativa de los zoológicos en Cuba, las mejoradas condiciones para los visitantes, la promoción de estas instalaciones y el incremento de la colección animal, han influido positivamente en el creciente número de visitantes a estas instituciones. Al mismo tiempo se ha incrementado el manejo de estas colecciones con fines científicos y de conservación, lo cual representa un aumento del contacto entre estos animales y el hombre.

Por tanto, disponer de un diagnóstico de los parásitos intestinales presentes en el momento del muestreo en todas las especies de PNH dentro de la colección y los trabajadores que los atienden puede ser útil para futuros estudios asociados a acciones de prevención y control de las mismas. Ya sean las mismas dirigidas a parásitos con potencial zoonótico, que pueden tener un impacto en la salud pública o parásitos solo de interés para la salud de los animales. Ambos grupos de microorganismos tiene un gran impacto en el manejo de salud en general dentro de un zoológico.

II. Objetivos

General:

Identificar los parásitos intestinales con potencial zoonótico o no, presentes en los primates no humanos y los trabajadores que los atienden en el Parque Zoológico Nacional de Cuba.

Específicos:

1. Determinar el número de especies o géneros de parásitos y comensales intestinales encontradas en las especies de PNH y compararlas con las de humanos que los atienden en el PZN.
2. Estimar la frecuencia de infecciones por grupos de parásitos y comensales intestinales encontradas en los PNH y humanos estudiados en el PZN.
3. Comparar las frecuencias de infecciones por grupos de parásitos y comensales intestinales según sexo en todos los PNH estudiados en el PZN.
4. Definir la frecuencia de infecciones por especies o géneros de parásitos y comensales intestinales encontradas en las especies de PNH y compararlas con las de humanos que los atienden en el PZN.

III. Marco teórico

3.1. Parasitosis intestinales en humanos y PNH.

Las parasitosis son consideradas de vital importancia en el transcurso de la evolución de la vida. Son parte fundamental en la cadena trófica e intervienen en mecanismos determinantes dentro de la dinámica evolutiva como la especialización, el desarrollo de inmunidad, control y selección natural en las poblaciones. La interacción parásito-huésped es en ocasiones subvalorada. Estudios realizados por diferentes autores han demostrado su importancia, llegando a ser indicador determinante de salud de los ecosistemas [23].

La diseminación de las parasitosis intestinales está directamente relacionada con los hábitos sociales y culturales de la humanidad [24]. Son parásitos que se transmiten fundamentalmente por vía oral, ya sea agua o comida contaminada. Los hábitos higiénicos-sanitarios son determinantes en la dispersión y permanencia de estos parásitos en la naturaleza [25]. Los PNH en libertad o cautiverio son reservorios de un gran número de patógenos que afectan a los humanos, los parásitos intestinales son un grupo predominante [26].

3.1.1. Factores que han favorecido la diseminación de las parasitosis intestinales entre humanos y PNH.

Los humanos han coexistido con los parásitos desde los inicios de la civilización. La Paleoparasitología es la ciencia que estudia, entre otros aspectos, las especies de parásitos que han coevolucionado con el humano y sus acciones. Las migraciones, la agricultura, la domesticación de animales y los asentamientos poblacionales han sido determinantes [27].

Las parasitosis en los PNH y los humanos son un fenómeno que se debe analizar teniendo en cuenta la gran similitud filogenética entre estos grupos de animales. Ambos comparten un amplio grupo de parasitosis y el intercambio de patógenos se debe abordar tanto de PNH a humanos como viceversa [28]. Escenario determinante que ha incrementado la exposición de los humanos ha sido establecer

asentamientos en áreas habitadas por PNH, la reducción de los hábitats naturales [24], el contrabando de animales y el comercio de mascotas exóticas [29].

Como resultado de una investigación realizada en dos ciudades de Guinea Ecuatorial, se reportaron en los mercados 4 222 PNH a la venta en 421 días [30]. La captura de estos animales y la coexistencia, ya sea en vida silvestre, en zoológicos, laboratorios o como mascotas, son factores determinantes para el intercambio de patógenos [31-32]. Las devastadoras consecuencias de este fenómeno se evidenciaron durante el brote de Ébola en el reservorio de Lossi en la República del Congo. Como consecuencia del mismo se redujo la población de *Gorilla gorilla* y *Pan troglodites* en un 90% y 80% respectivamente [28].

Las parasitosis intestinales, antes consideradas exclusivas de áreas tropicales y subtropicales, en la actualidad ganan más importancia para países fuera de estas regiones. Más del 75% de los patógenos emergentes que afectan al humano, se reportan, son transmitidos por animales o productos de origen animal [33]. La exposición que representa el incremento de los viajes [34], las migraciones, el tráfico de animales y los hábitos nutricionales cada vez más exóticos de la sociedad moderna. Son factores que contribuyen al intercambio y diseminación activa de estos parásitos [32].

3.1.2. Principales parasitosis intestinales comunes y zoonosis que afectan a humanos y PNH.

Se conocen un gran número de protozoos intestinales y helmintos que afectan tanto a los PNH como a humanos [20]. En las parasitosis que se consideran comunes, los animales desempeñan una función esencial en el mantenimiento de la infección en la naturaleza y el hombre es solo un huésped accidental. Con relación a las zoonosis, tanto los animales como el hombre generalmente contraen la infección de las mismas fuentes, tales como el suelo, el agua, animales invertebrados y plantas. Los animales, como regla, no juegan un papel esencial en el ciclo vital del agente etiológico. Aunque se plantea pueden contribuir, en grado variable, a la distribución y transmisión de las infecciones [25].

Entre los parásitos intestinales más diagnosticados tanto en humanos como en PNH se encuentran: *Entamoeba* spp. [35-36] *Cryptosporidium* spp. [37], *Balantidium coli* [38], *Blastocystis* spp. [39], *Giardia* spp. [40-41], *Hymenolepis nana* [6], *Cyclospora* spp. [3], *Endolimax nana* [20], *Enterocytozoon* spp. [42]. *Enterobius vermicularis*, *Bertiella* spp. [43], *Schistosoma mansoni*, *Strongyloide fuelleborni* [12, 21], *Trichuris trichiura*, *Oesophagostomum* spp. [41], *Ascaris lumbricoides* [3], *Ancylostoma duodenale* [7]. Estos agentes etiológicos son causantes de serios cuadros diarreicos, malnutrición, desnutrición, desórdenes neurológicos, epilepsias, trastornos reproductivos y cognitivos [44].

3.1.3. Protozoos.

Se conocen alrededor de 65 000 especies de protozoos parásitos [45-46]. Divididos en 5 filos: Sarcomastigophora (*Trichomonas* spp., *Giardia* spp., *Entamoeba* spp.) [35], Apicomplexa (*Cyclospora* spp., *Cryptosporidium* spp.) [18], Microspora (*Encephalitozoon* spp.), Ciliophora (*Balantidium* spp.) y Myxozoa (*Myxobolus* spp.) [32].

La vía de transmisión de estos parásitos es fundamentalmente fecal-oral, por ingestión de alimentos y agua contaminadas por heces de animales infectados. Solo *Cryptosporidium* spp. puede transmitirse además por la vía respiratoria [47]. Se identifica el agua como vehículo más frecuente para estas infecciones. Por lo que las medidas higiénicas-sanitarias están directamente relacionadas con el control y prevención de estas parasitosis [48].

Cerca de 2 000 millones de personas todavía utilizan fuentes de agua de bebida contaminadas por heces, causando más de 500 000 muertes anuales por diarrea. Se reconoce como una de las principales causas las parasitosis intestinales [49]. Las parasitosis transmitidas por el agua ponen a más de un 10% de la población del mundo en riesgo y actualmente se infectan más de 40 millones de personas [50].

Los protozoos intestinales más diagnosticados en PNH y humanos con impacto para la salud de ambos (Anexo 5) son: *Entamoeba* spp., *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. [51], *Balantidium* spp. [52]. Este último es el único protozoo ciliado conocido que afecta el sistema digestivo en humanos [38]. *Endolimax nana* y *Iodamoeba butschlii* entre otros protozoos son frecuentes comensales [11].

Del género *Entamoeba* varias especies se han descrito en primates: *Entamoeba histolytica*, *E. dispar*, *E. moshkovskii*, *E. polecki*, *E. chattoni*, *E. coli*, *E. hartmanni*, *E. ecuadoriensis* y *E. bangladeshi*. El complejo *E. histolytica*/*E. dispar*/*E. moshkovskii*, y *E. nutalli* no presenta diferencias morfológicas [35, 53], pero si patogénicas. *Entamoeba histolytica* es la que tiene patogenicidad reconocida [54]. Otras como *E. dispar* no manifiesta reportes de patogenicidad. No obstante, existe evidencia de la importancia epidemiológica de todas las amebas [36]. Mundialmente se reporta un promedio anual de 34 a 50 millones de humanos afectados y más de 100 000 muertes por *E. histolytica* [55-56].

Giardia spp. es uno de los organismos unicelulares más antiguos, anteriores a la incorporación de los simbioses, hace 1 100 millones de años [57]. La infección con *G. duodenalis* tanto en PNH como en humanos puede causar síntomas graves; así como agudos a leves, cuadros crónicos e incluso temporalmente asintomático [51]. Afectando marcadamente el estado de salud y calidad de vida de los infectados [58].

Actualmente se reconocen por biología molecular 31 especies de *Cryptosporidium* [37]. En humanos han sido diagnosticados cinco genotipos [59] de ellas, *C. parvum* y *C. hominis* han sido las causantes de los brotes reportados hasta la fecha, además de un brote en el Reino Unido causado por *C. cuniculus* [60]. Es conocido que el 20% de los episodios diarreicos en niños en países desarrollados están asociados a *Cryptosporidium* spp. [61]. Su dispersión puede ser muy rápida debido a su baja dosis de infección, ciclo de vida monoxeno y corto periodo de incubación. Las infecciones con este parásito están asociadas a patologías intestinales con cuadros diarreicos muy intensos tanto en humanos como en PNH [62].

Uno de los parásitos de más frecuente diagnóstico en PNH y humanos es *Blastocystis* spp. Las diferentes tasas de infección y alto polimorfismo genético han dificultado la determinación de su patogenicidad [63]. El potencial zoonótico de este parásito ha estado en debate, presentándose diferentes resultados hasta la fecha

[39]. Un estudio realizado en Nepal sometió a análisis el reporte de tres subgrupos de subtipo dos (ST2). Los cuales fueron identificados en un niño y un espécimen *Macaca mulatta* [64]. Algunos autores prefieren considerarlo como de patogenicidad controversial por lo antes expuesto y su supuesta asociación al Síndrome de Intestino Irritable [65]. Sin embargo, la contribución de cada fuente animal como potencial de contagio al humano permanece indeterminada [66].

3.1.4. Helmintos.

De las 342 especies de helmintos que se conocen que infectan a los humanos [67] se reporta que más de la mitad de estas especies son comunes o zoonosis entre PNH y humanos [24, 68]. En el anexo 6 se reúnen algunos de los nematodos con importancia para la salud humana, más diagnosticados en PNH en cautiverio.

Las especies más diagnosticadas en PNH y de mayor interés para la salud pública son: *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura* [69-70], *Strongyloides* spp. [43], *Ascaris lumbricoides* [3, 71], *Ancylostoma duodenale* [7], *Oesophagostomum* spp. [41]. Cestodo como *Hymenolepis nana* [6] y *Bertiella* spp. [43] y el trematodo como *Schistosoma mansoni* [12, 21].

Por su impacto en la salud pública han sido agrupados en varias clasificaciones. Los geohelmintos son un ejemplo de esto. Este grupo de parásito, que también afecta a los PNH, incluye: *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*. Las parasitosis causadas por los mismos están consideradas dentro del grupo de Enfermedades Tropicales Desatendidas (ETD) por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [17,72].

Estos parásitos causan un grupo de infecciones parasitarias de las más comunes mundialmente; afectando marcadamente las comunidades donde las condiciones sanitarias son malas [34]. Se reportan aproximadamente 1,5 millones de personas infectadas con estos parásitos [10,73]. Su transmisión tiene lugar por huevos presentes en las heces de humanos o animales infectados que contaminan el suelo [74].

La forma infectante del parásito puede penetrar por la piel (larvas) de forma activa como *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus* [75]. También por ingestión de los huevos presentes en el suelo que contaminan las manos y alimentos, en el caso de *Ascaris lumbricoide* y *Trichuris trichiura*. Afectando en todo el mundo a más de 800 y 600 millones de personas respectivamente [34].

Más de 5 millones de personas están en riesgo de infectarse al menos con una especie de estos parásitos. Aproximadamente 300 millones de personas sufren graves síntomas causados por las mismas. Anualmente se reportan alrededor de 130 000 muertes por esta causa [74-75]. Específicamente, 10 500 relacionadas a complicaciones de ascariasis y 65 000 por las anemias resultantes [76].

En la actualidad diagnosticar helmintos en PNH en cautiverio cada vez es menos frecuente. Aunque se consideran, de todos modos, de gran impacto en las poblaciones pues los PNH que son particularmente vulnerables a infectarse. La mayoría de las especies viven en grupos familiares numerosos en espacios relativamente pequeños. Además de tener mucha interacción social; lo cual favorece la transmisión entre individuos [7].

Trichuris trichiura es de los parásitos más diagnosticados en humanos y de mayor impacto, ya sea en alta frecuencia de diagnóstico como en cuanto a la elevada carga social se refiere [71]. La tricuriasis es una enfermedad causada por *Trichuris vulpis* de los cánidos y *T. suis* de los cerdos. *Trichuris trichiura* es una especie que parasita al hombre y que se ha encontrado en PNH [19, 25]. Para los humanos la infección mayormente puede ser de muy leve a asintomática [77]. Los cuadros

clínicos crónicos, causan la Colitis por trichuris, que afecta a niños mayormente. Por su forma de presentación sutil pero insidiosa, resulta en deterioro del estado nutricional, retraso del crecimiento y del desarrollo intelectual [106]. Aun cuando es considerado una de las geohelmintiasis de más impacto para la salud pública, no se registran datos confiables de la mortalidad por su causa [17, 74].

3.2. Las parasitosis intestinales en los PNH y trabajadores de los zoológicos.

Lo zoológicos son sitios creados por el humano para conservar ex situ animales salvajes. Los cuales son mantenidos en áreas de enclaustramiento o semilibertad para ser mostrados. Estos animales se utilizan como medios para la educación ambiental y para realizar estudios con fines de preservación [79]. En la actualidad existen más de 330 zoológicos de más de 50 países, afiliados a la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA, por sus siglas en Inglés) [81]. Aunque se cuantificaron online alrededor de 1 906 zoológicos en más en 125 países [82].

La preservación y cuidado de los animales salvajes en cautiverio, ya sea en zoológicos o instalaciones que los alojen por diferentes fines, representa una considerable fuente de empleo. Todos los animales en cautiverio, así como las instalaciones donde viven, dependen del trabajo de hombre para su mantenimiento. Estudios han demostrado que los parásitos son frecuentemente transmitidos de PNH cautivos o en libertad a los humanos con los que coexisten [48]. Los zoológicos son considerados sitios con alto riesgo de zoonosis ocupacionales pero también antropozoonosis [15]. La interacción de los humanos a los PNH solo por este concepto ha causado frecuentes intercambios de patógenos, amenazando la salud pública y un causando un declive de la población de estos animales en cautiverio y libertad [83].

Las poblaciones de PNH en cautiverio en zoológicos por varias generaciones carecen de mecanismos naturales para interactuar con las parasitosis. Es resultado de la permanencia en ambientes controlados donde el contagio con estos microorganismos está en su mayoría condicionado al manejo del humano y sus patógenos [84]. Estudios realizados por diversos autores reúnen una amplia gama

de parásitos que pueden ser diagnosticados en cautividad, incluso mayores que en libertad [12]. Diagnóstico independiente del origen del contagio, ya sea por introducción de vida silvestre o dentro de la crianza controlada [32].

La mayoría de los animales no presentan cuadro clínico, lo que no excluye los efectos nocivos de los parásitos. Este aspecto unido a la alta susceptibilidad al estrés que estos animales presentan, son determinantes del estado de salud en cautiverio [84].

El papel del cuidador de estos animales en los zoológicos también ha alcanzado un grado de importancia relevante. Este trabajado, por su proximidad a los animales, representa en sí un riesgo para la salud pública [16]. Los estudios de la prevalencia de enfermedades zoonóticas entre los PNH en cautiverio y sus cuidadores han sido realizados fundamentalmente en algunos países occidentales [14]. No obstante se aprecia un creciente interés por el tema en países orientales como China [42, 62], India [85], Egipto [43], Indonesia [13], Corea [46], Japón [86] y Australia [87].

El intercambio de patógenos entre humanos y PNH en zoológicos es compleja. No solo los patógenos van del PNH al humano; sino que también los humanos presuponen un riesgo para estos animales al importar patógenos que los afectan. Las exhibiciones de PNH en cautiverio son de las más visitadas en los zoológicos y donde los cuidadores interactúan más con los animales a su cuidado [3, 6]. El diagnóstico de *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura* en un zoológico en Nigeria demostró el contagio de los PNH por sus cuidadores [16].

Los parásitos intestinales con riesgo de zoonosis son frecuentemente diagnosticados en poblaciones de PNH en libertad y cautiverio [88]. Incluso cuando algunos parásitos como los protozoos, se consideran mayormente parásitos con ciclo en vida silvestre, un estudio realizado en *Gorilla gorilla* en Uganda, demostró lo contrario. La introducción de *Cryptosporidium* spp, *Giardia duodenalis* y *Entamoeba* spp. por el hombre a las poblaciones del simio fue confirmada, al identificar y correlacionar los genotipos circulantes entre las poblaciones. Una vez infectadas las

poblaciones de PNH silvestres, mantenían la infección y sirven como reservorios para recontagio de los humanos [89]. Otro estudio en Corea demostró este tipo de transmisión con *E. histolytica* y *Trichuris trichiura* [46].

3.3. Breve reseña histórica de PNH en Cuba.

En la fauna silvestre cubana no se registra la presencia de PNH. No obstante hallazgos paleontológicos que se remontan a finales del Cuaternario, reportan la existencia de PNH antillanos *Paralouatta varonai*, considerado el mayor de los monos antillanos. Se estima que ya se encontraba extinto antes de la llegada de los europeos al Caribe. Algunos autores refieren que no interactuaron con los aborígenes prehistóricos [90], aunque se desconoce la fecha exacta de su extinción [91]. La presencia hoy de PNH en Cuba está completamente relacionada con la introducción de especímenes por el hombre.

La referencia más registrada en los archivos en Cuba son las relativas a la historia de Rosalía Abreu, aristócrata habanera que vivió en la hoy llamada Finca de los Monos. Se reporta que presentó un macaco a sus invitados en la inauguración de la finca, en 1906 [92]. El incremento de su colección inició luego de enviudar en 1907. Rosalía llegó a tener alrededor de 40 especies de PNH, que con el tiempo fue especializando su cuidado cada vez más [93]. Albergó la colonia más grande en cautiverio de esos animales en esos años. Su trabajo con *Pan troglodites*, fue muy criticado en la época. Sus experimentos llegaron a antropizarlos al extremo de habituarlos a llevar ropas y realizar actividades propias de humanos como tomar el té y comer con cubiertos [94].

Independientemente de las críticas esta finca despertó gran interés en la comunidad científica de la época y fue objeto de estudio de universidades reconocidas como la Universidad de Yale y el Carnegie Institution en Estados Unidos. En 1915 se produjo en este lugar el nacimiento de Anumá, el primer chimpancé (*Pan troglodites*) engendrado en cautiverio de la historia [92]. En esta finca se han realizado hallazgos interesantes como el primer reporte de *Bertiella mucronata* en humanos,

que fue diagnosticado en uno de los trabajadores [95]. En la actualidad ya no alberga PHN, permanece como un parque ecológico acogiendo mayormente especies de aves y plantas con fines educativos.

En Cuba se mantienen colonias de PNH en cautiverio, en centros de investigación como modelos de laboratorio mayormente. Son reproducidos localmente en el Centro de Producción de Animales para Laboratorios (Cenpalab) especies como *Chlorocebus aethiops*, *Macaco reshus*, *M. arctoide* y *M. fascicularis*. Estas crías son controladas internamente por estos organismos y las autoridades de Cuarentena Nacional. Por otra parte en los zoológicos se registran 178 ejemplares de PNH en el inventario de la ECZ. Los mismos se localizan en seis zoológicos distribuidos entre la Habana, Villa Clara, Ciego de Ávila, Camagüey y Santiago de Cuba [1].

Los zoológicos de la Habana son los que presentan las colonias más numerosas. Es el Jardín Zoológico de la Habana, el que más variedad ha tenido desde su fundación en 1938. Acogió ejemplares de varias especies que hoy ya no se encuentran, como un Gorila (*Gorilla gorilla*) [96], único ejemplar de esta especie que murió en 2005. Por ser arquitectónicamente un zoológico de ciudad, los grupos de PNH que alberga son pequeños. En ocasiones ejemplares únicos, en su mayoría donados por personas que los mantenían como mascotas.

El Parque Zoológico Nacional de Cuba, donde se realizó este estudio, tiene un modelo de semilibertad y grandes espacios de cautividad. Con posibilidades de mantener colonias más numerosas de casi todas sus especies. En el año 1992 ocurrió un escape de una pareja de *Chlorocebus aethiops* que se establecieron en las zonas boscosas del reparto de Fontanar en Boyeros. Por 22 años estuvieron en libertad hasta conformar una manada de 10 individuos. Diversas quejas de los vecinos, informaban de monos destruyendo huertos y los reportes de avistamientos eran cada vez más frecuentes. Los especialistas del PZN capturaron el 100 % de los animales, en febrero de 2014 [97].

3.4. Primates.

Hasta la fecha se describen 488 especies y 690 subespecies de primates. En la tabla 1 se recogen los datos más aceptados en la actualidad por los investigadores líderes en este campo [98-99].

Tabla 1. Cantidad de primates según familia, género, especies y subespecies.

Primates	Familias	Géneros	Especies	Subespecies
Prosimios	8	27	146	177
Monos	6	43	317	476
Simios	2	7	25	37
Total	16	77	488	690

Un diagrama de una de las propuestas de organización taxonómica se presenta en los anexos 7 y 8 [98].

3.4.1. Monos.

Los monos se estudian fundamentalmente según su localización geográfica en dos grandes grupos; los monos del viejo mundo y los monos del nuevo mundo. Los monos del nuevo mundo agrupan diferentes especies que habitan en América [100] [84]. Fundamentalmente en selvas tropicales y subtropicales. Son de hábitos mayormente arborícolas [100]. Algunas de las especies más reconocidas son: *Chlorocebus aethiops* [101], *Cebus capucinus* [102] y *Cebus paella* [11].

Los monos del viejo mundo son las especies africanas y asiáticas. Estos animales habitan en rangos muy diversos de ecosistemas, desde selvas tropicales a zonas casi árticas. Se caracterizan por formaciones de almohadillas endurecidas o callosidades isquiáticas, en la parte inferior de las nalgas [84]. Los hábitos varían de arborícolas a preferiblemente terrestres, reuniéndose en grupo extremadamente numerosos [103]. Ejemplos representativos de PNH del viejo mundo son *Macaca fascicularis* [104], *Macaca mulatta* [105], *Macaca arctoides* [106], *Papio anubis* [107], *Papio hamadryas* [108] y *Mandrillus sphinx* [109]. Los monos como *Macaca mulatta* muestran una diferencia de 7% de su genoma con respecto al humano [110].

3.4.2. Simios.

Son los primates más evolucionados que se agrupan en la superfamilia Hominidae, incluyendo varias especies de primates sin cola y postura casi bípeda [111]. Las extremidades anteriores son más largas que las posteriores y la estructura modificada de la muñeca permite mayor movilidad de la misma [84]. Agrupa los géneros; *Pongo*, *Homo*, *Pan* y *Gorilla* [112].

La determinación de la organización taxonómica de los primates ha sido y es una de las áreas con más debate en la actualidad. La diversidad de criterios y metodologías, ya sea para determinar pautas de lo que es considerado una especie unido a los más modernos medios moleculares para identificar diferencias, mantienen este campo de la ciencia en constante modificación [112]. Los anexos 6 y 7 muestran dos propuestas de las más aceptadas en esta comunidad científica.

Los humanos tenemos semejanzas importantes con algunos de los PNH. *Pan troglodites* comparte entre el 98 y 99 % de los genes con el humano [111]. Algunos estudios de distancia genética demuestran que el humano está más cerca de *Pan troglodytes* y *Pan panicus* que lo que estas especies se encuentran entre ellas [113-114]. Asimismo nos diferenciamos de *Pongo* spp. en 3,1% [110].

IV. Materiales y Métodos

4.1. Diseño General del estudio.

Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal en el mes de abril del año 2017. Se muestrearon por tres días consecutivos 43 PNH, el 100% de la población de las 10 especies que habitan en el PZN y los trabajadores vinculados a ellos (Tabla 2). Las colectas se realizaron en el periodo comprendido para el primer trimestre del año 2017, antes del muestreo y la desparasitación de rutina establecida para ese periodo de tiempo por el sistema de salud preventiva del PZN [115]. El estudio parasitológico se desarrolló en el laboratorio de parasitismo intestinal del Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kouri” (IPK).

Tabla 2. Descripción de la población muestreada

Especie	No. de individuos						Total
	Hembra			Macho			
	Cría	Juvenil	Adulto	Cría	Juvenil	Adulto	
<i>Macaca fascicularis</i>	0	1	2	0	1	1	5
<i>Macaca arctoides</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Macaca mulatta</i>	2	0	3	0	0	3	8
<i>Chlorocebus aethiops</i>	0	0	4	0	0	1	5
<i>Pan troglodites</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Mandrillus sphinx</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Papio anubis</i>	0	2	3	0	2	2	9
<i>Papio hamadryas</i>	1	0	5	1	0	3	10
<i>Cebus capucinus</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cebus apella</i>	0	0	1	0	0	1	2
<i>Homo sapiens</i>	0	0	0	0	0	6	6
Total	3	3	22	1	3	16	49

Se determinó las categorías de edades siguiendo los parámetros mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Categoría de edades para las especies de PNH en el estudio [116].

Especie	Hembra / Macho (años)			
	Cría*	Juvenil **	Adultos***	Longevidad
<i>Macaca fascicularis</i>	≤ 2	≥ 2 ≤ 4 / 6	≥ 4 / 6	15-30
<i>Macaca arctoides</i>	≤ 0,8	≥ 0,8 ≤ 4 / 6	≥ 4 / 6	29-30
<i>Macaca mulatta</i>	≤ 1	≥ 1 ≤ 2,5-4 / 4-7	≥ 2,5-4 / 4-7	30-40
<i>Chlorocebus aethiops</i>	≤ 0,5	≥ 0,5 ≤ 2,8 / 5	≥ 2,8 / 5	30
<i>Pan troglodites</i>	≤ 5-7	≥ 5-7 ≤ 10-13 / 10-15	≥ 10-13 / 10-15	40-60
<i>Mandrillus sphinx</i>	≤ 1	≥ 1 ≤ 3-5	≥ 3-5	40
<i>Papio anubis</i>	≤ 1-1,5	≥ 1-1,5 ≤ 6,4-8 / 7-10	≥ 6,4-8 / 7-10	25-30
<i>Papio hamadryas</i>	≤ 1	≥ 1 ≤ 4 / 5	≥ 4 / 5	27-37
<i>Cebus capucinus</i>	≤ 1,5	≥ 1,5 ≤ 4 / 8	≥ 4 / 8	54
<i>Cebus apella</i>	≤ 1	≥ 1 ≤ 4,5	≥ 4,5	46

* Del nacimiento al destete ** Del destete a la madures sexual

*** Cuando alcanza la madures sexual

Los PNH están alojados permanentemente en los recintos de exhibición solo para ellos en el PZN. Son colonias que se consideran cerradas, las cuales comprenden poblaciones que no se trasladan a otros zoológicos ni reciben individuos nuevos, únicamente los nacimientos que ocurren dentro de las mismas. El monitoreo de salud trimestral comprende estudios parasitológicos dirigidos fundamentalmente al diagnóstico de helmintos mediante métodos sin concentración de huevos [115]. Por lo que disminuye la sensibilidad del diagnóstico de las helmintiasis; mientras que las infecciones por protozoos pueden ser no diagnosticadas en estos animales.

De cada animal se colectó una muestra a la vez de heces fresca del suelo tomada directamente del recinto donde habita. Los seis trabajadores vinculados a estos animales entregaron sus muestras cada día. Los datos epidemiológicos de los mismos se muestran en el cuestionario personal (Anexo 1a). El mismo fue llenado por cada trabajador que voluntariamente acordó su participación en este estudio firmando el consentimiento informado para el mismo (Anexo 2). Con las muestras se realizaron estudios parasitológicos en el laboratorio de parasitismo intestinal del IPK.

Los resultados (Anexo 1b) de las mismas se registraron en los modelos establecidos por este laboratorio, además de las hojas de trabajo diseñadas para esta tesis.

4.2. Universo de estudio.

El Parque Zoológico Nacional de Cuba fue inaugurado de manera parcial en 1984. Consta de una extensión de 342 hectáreas, localizado en la carretera Varona Km. 3½ en el municipio Boyeros, en La Habana. Sus terrenos limitan por el Norte con la autopista Costa-costa, por el Este con la carretera de Varona, por el Oeste el Río Almendares y por el Sur el poblado el Trébol [2]. La colección de animales incluye 133 especies con 1304 de individuos; de ellos 43 especies de aves, 64 mamíferos y 20 reptiles. El 15% de ellas se encuentran en algunas de las diferentes categorías de amenaza y en estos momentos se reproducen el 92 % de todas las especies.

El grupo de PNH en particular, está compuesto por 43 ejemplares de 10 especies [2]. Los exhibidores para estas especies están diseñados con modelos de alojamiento en enclaustramiento confinado. Los recintos están distribuidos en 10 bloques enumerados del 1 al 10, cada uno dispone de cuatro recintos agrupados en dos áreas A (con dos recintos) B (con dos recintos) estos se utilizan para el manejo de reagrupe de estos animales durante la limpieza diaria (Anexo 3) [115].

Cada área tiene un grupo de trabajo fijo. La plaza de médico veterinario y biólogo para esta área no se encuentran cubiertas. Ambas responsabilidades están siendo asumidas temporalmente por otros especialistas que no se están directamente vinculados a estas especies. Los mismos no fueron incluidos en la muestra por estar desempeñando este cargo por un tiempo menor a tres meses. Los trabajadores directos de esta área son: un técnico veterinario que radica en la clínica, un jefe de área y cuatro cuidadores técnicos veterinarios que se encargan de todas las rutinas diarias y permanecen en el área de PNH toda su jornada laboral, para un total de seis personas en contacto directo con los PNH.

4.3. Criterio de inclusión y exclusión.

4.3.1. Criterio de inclusión.

Relativo a los PNH en la colección del PZN de Cuba:

- Cada ejemplar en exhibición.
- Que no se encuentre bajo tratamiento antiparasitario o los efectos de estas drogas.

Relativo a los trabajadores de este centro vinculados al manejo y atención de PNH en PZN:

- Todo trabajador que dé su consentimiento informado voluntario (Anexo 2) para este estudio.
- Que estén vinculado directamente a estos animales por más de tres meses.
- Siempre que no se encuentre bajo tratamiento antiparasitario o los efectos de estas drogas.

4.3.2. Criterio de exclusión.

Relativo a los PNH en la colección del PZN de Cuba:

- Ejemplares bajo el efecto de drogas antiparasitarias o los que estuvieran expuestos a tratamiento en un periodo hasta de tres meses previos al estudio.
- Que estuvieran en cuarentena o introducidos a la colonia en un tiempo menor a tres meses.

Relativo a los trabajadores de este centro vinculados al manejo y atención de PNH:

- Trabajadores que no realizaran las tareas frecuentes en la atención de los PNH.
- Que no firmaran su consentimiento a participar voluntariamente en el estudio.
- Si fueron medicados en un periodo anterior de tres meses con fármacos antiparasitarios o se encontraban en un tratamiento.
- Si estaban en el puesto el trabajo vinculado a los PNH por menos de tres meses.

4.3.3. Criterio para la retirada prematura de participantes.

Relativo a los PNH en la colección del PZN de Cuba:

- La manifestación de cualquier enfermedad concurrente que requiera tratamiento medicamentos o aislamiento.
- Por determinación de los responsables del bienestar animal en el PZN.

Relativo a los trabajadores del PZN vinculados al manejo y atención de PNH:

- Que sean hospitalizado por motivos ajenos a la investigación.
- Por decisión propia.

4.3.4. Criterio para la suspensión o terminación de la investigación como un todo.

- Si fuera declarada en cuarentena el área de PNH del PZN o el PZN.
- La exclusión de un 10% de los individuos en estudio tanto humanos como PNH.

4.4. Consideraciones éticas.

Esta investigación fue aprobada por del Comité de ética del IPK con el número de dictamen CEI-IPK 10-18. Esta investigación fue realizada sin crear situaciones de estrés a los animales vinculados a la misma. Fue nuestra meta no interferir en la rutina diaria a la que están habituados. La participación de los trabajadores fue completamente voluntaria, dejando constancia de su conformidad al firmar el consentimiento informado para participar de este estudio (Anexo 2).

La relación entre los PNH y los humanos es un fenómeno que tiene sus inicios desde su uso de estos animales en juegos y entretenimientos, hasta en la actualidad cautivos como mascotas, para investigación médica o en zoológicos [29, 116-118]. Dentro del grupo de especies en estudio hemos detectado algunas que son más propensas al estrés y sus efectos indeseados, ellas son *Pan troglodytes* [70], *Macaco arctoide* [119] y *Macaco rhesus* [79]. Por esta razón con estas 3 especies se tuvo especial cuidado en el momento de la colección de las muestras e heces, evitando estímulos indeseados e innecesarios.

Se realizó el análisis del estado de conservación de las especies PNH en estudio utilizando los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Se pudo determinar que siete de las especies en estudio son consideradas de Menor Preocupación (LC), solamente *Macaca arctoide*, *Mandrillus sphinx* como Vulnerables (V) y *Pan troglodites* en Peligro (E) (Anexo 4) [106].

Para las autoridades sanitarias del PZN todos los animales involucrados en el estudio se deben considerar de especial cuidado. Los mismos son de importancia científica y educativa. La misión fundamental del Grupo de Bienestar Animal es precisamente velar por que los animales en la colección dispongan del mismo, como tal alineamos nuestros métodos de trabajo.

Es válido mencionar, nuestro estudio no modificó ninguna condición preexistente, tuvo en cuenta la conducta y lenguaje corporal de los animales para identificar molestias durante las colectas [120]. Se desea con nuestros resultados brindar una poderosa herramienta para poder modificar positivamente los programas de salud preventiva en este zoológico. Realizarlo en el PZN, lo localiza en el entorno perfecto para hacer extensivo su resultado en beneficio de los PNH y los humanos que trabajan en la EZC.

4.4.1. Procedimiento para proporcionar el consentimiento informado y proceso de retroalimentación con los participantes en la investigación.

Los trabajadores que se encuentran en contacto directo con los PNH fueron reunidos un mes antes del muestreo. Se realizó un encuentro donde informamos la intención de la investigación y la utilidad de los resultados de la misma. Se utilizó el texto en el consentimiento informado como guía para este encuentro. Además, se entregó a cada uno de los participantes un documento impreso con todo el material informativo. También estuvieron involucrados en el proceso biólogos y médicos veterinarios que han trabajado en algún momento con lo PNH.

Una semana antes se realizó un ejercicio simulacro de la colecta de las muestras de heces de los PNH. En este ejercicio se debatió el consentimiento informado, aclarando dudas de los participantes antes de su firma. Al finalizar se recibieron los modelos firmados del consentimiento otorgado por los seis trabajadores.

Una vez iniciada la investigación los participantes pudieron preguntar por la misma en cualquier momento que lo necesitaran. Una semana posterior al estudio se entregó los resultados oficiales a los participantes en un taller realizado en el área

de PNH del PZN. También se les informó de las opciones de tratamiento más efectivas y formas de obtenerlas siguiendo las normas del sistema nacional de salud pública cubano.

4.5. Método para la colección de las muestras de heces.

Se colectaron las muestras de heces de los PNH directamente del suelo, siendo un método no invasivo [121-122]. Los individuos se observaron desde fuera del recinto. Durante el momento del traslado al área continua para la limpieza matutina se identificaron las deposiciones frescas en cada área por el método de observación realizado durante este ejercicio. Momento en el que fue fundamental la experiencia del técnico veterinario.

Cada muestra se recogió con un aplicador de plástico y se almacenaron en un frasco plástico estéril con su tapa. Las mismas fueron identificadas justo en ese momento. Al salir de los recintos se verificó que no quedara dentro de las áreas ningún objeto utilizado en la toma de muestra, identificación y registro de datos.

Para las muestras de heces de los trabajadores, se les entregaron a los mismos los 3 frascos estériles. Se les explicó cómo debían recoger sus muestras y registrar sus datos en la etiqueta de cada depósito. Los trabajadores entregaron cada día la muestra correspondiente para el estudio, correctamente identificada.

4.6. Método para la conservación de las muestras.

Se conservaron tres grupos de muestras correspondientes a cada día de trabajo:
Día 1, 2 y 3 - Muestra conservada en solución de formol al 5%.

4.7. Métodos de diagnóstico parasitológico.

4.7.1. Examen directo parasitológico con Lugol [123].

- En un portaobjetos se colocó una gota de una solución Lugol.
- Se trabajó con un pequeño fragmento de heces de la superficie de la muestra.
- Una gota de Lugol previamente colocada en el portaobjetos se utilizó para diluir el fragmento de heces seleccionado. Luego se colocó el cubreobjetos.

- Se observó al microscopio con ocular y objetivo 10X primero y 40X después.
- La lámina se observó para el diagnóstico de larvas y huevos de helmintos. Los trofozoitos y quistes de protozoos se destacaron como elementos coloreados en el tono pardo característico del Lugol, principalmente las estructuras nucleares.
- Los elementos identificados se localizaron con el objetivo 10X y con el objetivo 40X se realizó su identificación.

4.7.2. Método de concentración por flotación o Método de Willis modificado [123].

- Se preparó una solución de alta densidad a base de sal, azúcar y formol, en las siguientes proporciones hasta resultar una densidad de 1 200 g x ml:
 - . Cloruro de sodio.....180 g.
 - . Azúcar.....500 g.
 - . Formol al 40%.....20 ml.
 - . Agua corriente.....1 200 ml.
- En un frasco de cristal cónico de base estrecha de no más de 30 ml de capacidad, se depositó 15 ml de la solución anterior y en ella se disolvió aproximadamente dos gr. de las heces a investigar. Utilizamos un aplicador plástico desechable, con el que también se retiraron las partículas no disueltas.
- Se rellenó un frasco con la misma solución hasta el borde sin que rebosara.
- Un portaobjetos fue colocado sobre el frasco rellenado de manera que el líquido contactara con la superficie del portaobjetos y se dejó reposar 20 minutos.
- Tiempo cumplido, se retiró el portaobjetos con un movimiento de volteo rápido de manera que el líquido no se escurrió de la lámina. Fue llevado al microscopio para su observación.
- Con ocular 10X y objetivo 10X se observó, recorriendo toda la lámina con ese aumento, en busca de las estructuras de interés antes de que la preparación se comenzara a secar.

4.7.3. Método de Ritchie o concentración de formol-éter/ acetato de etilo [123].

- Las muestras se mezclaron con solución isotónica hasta que quedó líquida en cantidad aproximada de 10 ml.

- Se pasó por una gasa doble y húmeda, una cantidad aproximada de 10 ml de la materia fecal líquida a un tubo de centrífuga de 15 ml.
- Se centrifugó a 1 500 - 2 000 rpm por dos minutos para luego decantar el sobrenadante.
- El sedimento fue diluido en solución salina, nuevamente centrifugado como antes y al terminar se decantó hasta conservar el sedimento.
- Al sedimento se agregó 10 ml de formol al 10%, con el cual se mezcló bien y se dejó reposar por cinco minutos.
- Pasado este tiempo se agregó tres ml de acetato de etilo. Se tapó el tubo con un tapón de goma y se agitó manualmente con fuerza durante 30 segundos.
- Fue destapado pasado el tiempo con mucho cuidado.
- Luego se procedió al centrifugado a 1 500 rpm por dos minutos. Como resultado obtuvimos cuatro capas distribuidas así: sedimento pequeño que debía contener los huevos, quistes y otros elementos; capa de formol; anillo con restos de materiales fecales y el éter en la superficie.
- Con un palillo se aflojó el anillo con restos de materia fecal de las paredes del tubo, que fue decantado cuidadosamente con las tres capas superiores.
- El sedimento se mezcló con una pequeña cantidad de líquido que baja por las paredes del tubo, de esta porción se realizaron las preparaciones en fresco con Lugol, las cuales fueron analizadas al microscopio.

4.8. Método de disposición de residuales.

4.8.1. Disposición de residuales generados durante la toma de muestra.

Todos los materiales biológicos y no biológicos se colectaron en una bolsa plástica hermética que se identificó como riesgo biológico e incineró en el incinerador del PZN en mismo día de la toma de muestra.

4.8.2. Disposición de residuales generados durante el procesamiento de las muestras.

Todos los materiales biológicos o no biológicos se colectaron diariamente en una bolsa plástica hermética. Identificada como riesgo biológico se incineró en el incinerador del IPK al final de cada día de trabajo.

4.9. Método de procesamiento estadístico.

Los datos transcritos de las hojas de trabajo se almacenaron en una base de datos de Microsoft Excel. Las variables cualitativas se trabajaron en tablas de frecuencia. Para el análisis de las mismas se realizaron pruebas de comparación de proporciones y la prueba exacta de Fisher cuando los valores fueron pequeños (menores de cinco) en alguna de las celdas.

Todos los análisis fueron desarrollados empleando los paquetes de programas para análisis estadísticos EPIINFO versión 6.04 [124] y EPIDAT 3.1 [125].

V. Resultados

Al realizar el estudio por los métodos parasitológicos fueron diagnosticados 11 parásitos intestinales. De ellos nueve protozoos: *Entamoeba* spp., *Blastocystis* spp., *Endolimax nana*, *Entamoeba coli*, *Iodamoeba butschlii*, *Coccidia* spp., *Balantidium coli*, *Cyclospora* spp., *Giardia lamblia*. Dos helmintos: *Trichuris trichiura*, *Echinostoma ilocanum* (Anexo 7).

Al comparar las infecciones por especies o géneros de parásitos y comensales entre los PNH y los humanos estudiados en el PZN (Tabla 4), sólo se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de infecciones con *Iodamoeba butschlii* y *Trichuris trichiura*. Parásitos que solo se encontraron en PNH ($P < 0,05$).

Tabla 4. Comparación de las infecciones por especies o géneros de parásitos y comensales entre los PNH y los humanos estudiados en el PZN.

Especie de parásito	Humanos (n= 6)		PNH (n=43)		Valor de P
	No. (%)	[IC al 95%]	No. (%)	[IC al 95%]	
Protozoos					
<i>Entamoeba</i> spp.	6 (100)	[54,07-100]	42(97,67)	[87,71-99,94]	0,24 ^a
<i>Blastocystis</i> spp.**	6 (100)	[54,07-100]	42(97,67)	[87,71-99,94]	0,24 ^a
<i>Endolimax nana</i> *	2 (33,33)	[4,33-77,72]	13 (30,23)	[15,34-45,12]	0,60 ^b
<i>Entamoeba coli</i> *	3 (50)	[11,82-88,19]	36 (83,72)	[71,52-95,92]	0,09 ^b
<i>Iodamoeba butschlii</i> *	0 (0)	-----	19 (44,19)	[28,18-60,19]	0,04^b
<i>Coccidia</i> spp.	0 (0)	-----	4 (9,3)	[2,59-22,14]	0,58 ^b
<i>Balantidium coli</i>	0 (0)	-----	3 (6,98)	[1,46-19,06]	0,67 ^b
<i>Cyclospora</i> spp.	0 (0)	-----	1 (2,33)	[0,06-12,29]	0,88 ^b
<i>Giardia lamblia</i>	0 (0)	-----	1 (2,33)	[0,06-12,29]	0,88 ^b
Helmintos					
<i>Trichuris trichiura</i>	0 (0)	-----	24 (55,81)	[39,81-71,82]	0,01^b
<i>Echinostoma ilocanum</i>	0 (0)	-----	1 (2,33)	[0,06-12,29]	0,88 ^b

IC: Intervalo de Confianza.

*: Comensales

** : Comensal con patogenicidad controversial.

^a: Prueba de comparación de proporciones.

^b: Prueba exacta de Fisher.

También fue el caso de las infecciones con *Balantidium coli*, *Cyclospora* spp., *Giardia lamblia*, y *Echinostoma ilocanum* también se encontraron solo en PNH, aunque sin diferencias significativas ($P>0,05$), probablemente por el escaso número de infecciones. En el resto de las infecciones no se encontraron diferencias entre los PNH y los humanos ($P>0,05$).

Es válido destacar que el 100% se encontraba infectado tanto en los humanos como en los PNH. Además, de las cuatro especies de protozoos encontradas en humanos al menos dos de ellas (*Entamoeba* spp. y *Blastocystis* spp.), fueron encontradas en las 10 especies de PNH estudiadas.

Al analizar las infecciones por grupos de agentes biológicos y comensales encontradas en los PNH y humanos (Tabla 5) que fueron estudiados en el PZN, no se observaron diferencias en las frecuencias de protozoos totales, patógenos y comensales entre los PNH y los humanos ($P>0,05$). Sin embargo, las infecciones con helmintos solo se diagnosticaron en los PNH al realizar la misma comparación ($P<0,05$).

Tabla 5. Infecciones por grupos de parásitos y comensales intestinales encontradas en los PNH y humanos estudiados en el PZN.

Grupo de agentes diagnosticados	PNH (n=43)	Humanos (n=6)	Valor de <i>P</i>
	No.(%) [IC al 95%]	No.(%) [IC al 95%]	
Protozoos total	43 (100) [91,78-100]	6 (100) [54,07-100]	0,25*
Patógenos	43 (100) [91,78-100]	6 (100) [54,07-100]	0,25*
Comensales	43 (100) [91,78-100]	6 (100) [54,07-100]	0,25*
Helmintos	25 (58,14) [42,23-74,05]	0 (0)	0,01**

IC: Intervalo de Confianza. *Prueba de comparación de proporciones.

**Prueba exacta de Fisher.

En el caso de comparar las infecciones por grupos de agentes biológicos y comensales encontrados en todos los primates estudiados en el PZN según sexo (Tabla 6), no se encontraron diferencias entre ambos sexos tanto en la frecuencia de protozoos totales ($P>0,05$), patógenos, comensales como con los helmintos ($P>0,05$).

Tabla 6. Frecuencias de infecciones por grupos de parásitos y comensales intestinales según sexo en todos los primates estudiados en el PZN.

Grupo de agentes	Hembras (n=28)		Machos (n=21)		Valor de <i>P</i>
	No. (%)	[IC al 95%]	No. (%)	[IC al 95%]	
Protozoos total	28 (100)	[87,66-100]	21 (100)	[83,89-100]	1
Patógenos	28 (100)	[87,66-100]	21 (100)	[83,89-100]	1
Comensales	26 (92,86)	[76,5-99,12]	18 (85,71)	[63,66-96,95]	0,36
Helmintos	16 (57,14)	[37,02-77,26]	9 (42,86)	[19,31-66,4]	0,24

Al analizar la frecuencia de especies o géneros de parásitos o comensales encontradas en las especies de PNH y humanos, estudiados en el PZN (Tabla 7), no se encontraron diferencias significativas entre las especies de PNH y humanos. Entre las especies de PNH se encontró que *Papio anubis* fue la que se resultó infectada con la mayor cantidad de parásitos o comensales (9 especies de las 11 diagnosticadas en el estudio). Como se muestra en la tabla 7 seguido en orden de frecuencia por *Macaca mulatta* y *M. fascicularis* (ambos con 7) y por *M. arctoides* y *Papio hamadryas* (ambos con 6).

De hecho, en una sola especie de estos 10 PNH (*Cebus apella*), se encontró sólo dos especies de protozoos de igual manera que en humanos. En cuatro especies de PNH se encontraron tres especies de protozoos, y en cinco especies de PNH se encontraron las mismas cuatro especies de protozoos diagnosticadas en humanos, que fueron los PNH de los géneros *Macaca* y *Papio*.

Tabla 7. Infecciones por grupos de parásitos o comensales encontradas en las especies de primates estudiados en el PZN.

Primates	Grupo de agentes diagnosticados			
	Total (n=11)	Protozoos		Helmintos (n=2)
		Patógenos (n=4)	Comensales y * (n=5)	
	No. (%)	No. (%)	No. (%)	No. (%)
<i>Homo sapiens</i>	4 (36,36)	1 (25,00)	3 (60,00)	0 (0)
<i>Pan troglodites</i>	4 (36,36)	1 (25,00)	2 (40,00)	1 (50,00)
<i>Macaca mulatta</i>	7 (63,64)	2 (50,00)	4 (80,00)	1 (50,00)
<i>Macaca arctoide</i>	6 (54,54)	2 (50,00)	3 (60,00)	1 (50,00)
<i>Macaca fascicularis</i>	7 (63,64)	2 (50,00)	4 (80,00)	1 (50,00)
<i>Mandrillus sphink</i>	4 (36,36)	2 (50,00)	2 (40,00)	0 (0)
<i>Chlorocebus aethiops</i>	4 (36,36)	1 (25,00)	2 (40,00)	1 (50,00)
<i>Cebus apella</i>	2 (18,18)	1 (25,00)	1 (20,00)	0 (0)
<i>Cebus capucinus</i>	3 (27,27)	1 (25,00)	2 (40,00)	0 (0)
<i>Papio hamadryas</i>	6 (54,54)	1 (25,00)	4 (80,00)	1 (50,00)
<i>Papio anubis</i>	9 (81,82)	4 (100,0)	4 (80,00)	1 (50,00)
Valor de P	0,17	0,55	0,62	0,82

* *Blastocystis* spp.: Comensal con patogenicidad controversial

Cuando se tomó como referencia la especie *Cebus apella* que presentó menor frecuencia de infecciones según cantidad de especies o géneros de parásitos o comensales diagnosticadas (Tabla 8), encontramos que solamente las especies *Macaca mulatta*, *M. fascicularis* y *Papio anubis* presentaron una frecuencia mayor de estas infecciones. Lo que no se pudo evidenciar en el resto de las especies, humanos incluidos.

Al comparar estas tres especies con mayor frecuencia de infecciones con respecto al humano encontramos que solamente existió significación para *Papio anubis* (Tabla 8). Especie con la probabilidad de estar infectado fue 20,25 veces mayor (OR=20,25; IC 95%: 2,55-16,94; $P= 0,004$).

Tabla: 8. Comparación por regresión logística entre las frecuencias de infecciones por especies o géneros de parásitos y comensales intestinales encontradas en las especies de primates, estudiados en el PZN.

Primates	Total de especies parásitos (n=11)		Valor de P
	No. (%)	OR (IC 95%)	
<i>Homo sapiens</i>	4 (36,36)	2,57 (0,40-15,69)	0,32
<i>Pan troglodites</i>	4 (36,36)	2,57 (0,40-15,69)	0,32
<i>Macaca mulatta</i>	7 (63,64)	7,87 (1,20-49,71)	0,04
<i>Macaca arctoide</i>	6 (54,54)	5,40 (0,85-32,82)	0,09
<i>Macaca fascicularis</i>	7 (63,64)	7,87 (1,20-49,71)	0,04
<i>Mandrillus sphink</i>	4 (36,36)	2,57 (0,40-15,69)	0,32
<i>Chlorocebus aethiops</i>	4 (36,36)	2,57 (0,40-15,69)	0,32
<i>Cebus apella</i>	2 (18,18)	Grupo de referencia	
<i>Cebus capucinus</i>	3 (27,27)	1,69 (0,26-10,78)	0,50
<i>Papio hamadryas</i>	6 (54,54)	5,40 (0,85-32,82)	0,09
<i>Papio anubis</i>	9 (81,82)	20,25 (2,55-16,94)	0,004

Los resultado del cuestionario a trabajadores vinculados directamente al área de PNH del PZN (Anexo1a) no mostró datos relevantes para el estudio. Los trabajadores son conscientes de las medidas higiénicas-sanitarias en el área de trabajo y no reportan información útil relativa a su lugar de residencia.

VI. Discusión de los resultados

Los humanos son susceptibles a la infección con numerosas especies de protozoos que colonizan el tracto intestinal. Vargas-Sánchez et al coinciden con Thompson señalando un creciente número de protozoos entéricos que son considerados con un potencial zoonótico aunque su impacto clínico varía. Investigaciones en focos endémicos, en este caso definidos como los zoológicos, como la realizada por McPherson en 2013, han mostrado evidencias convincentes de transmisión zoonótica.

En esta investigación se identificaron mayor número de especies de protozoos que de helmintos, similar a los resultados de Cordon et al, en España en 2008. Siendo las que se encontraron en mayor números de especies de PNH: *Entamoeba* spp., *E. coli* y *Blastocystis* spp. Otros estudios realizados en varios zoológicos; como en Costa de Marfil por Dieudonné, en Bélgica Levecke y en Chile Barrios, han mostrado resultados similares. Pudimos diagnosticar el 100% de los PNH infectados con *Entamoebas* spp., similar a lo encontrado por Levecke en 2007 en un zoológico belga.

Teniendo en cuenta la imposibilidad de diferenciación morfológica de las *Entamoebas* spp., donde nos referimos específicamente al complejo *E. histolytica* /*E. dispar* /*E. moshkovskii* /*E. nutalli*, algunos estudios utilizando métodos moleculares han encontrado la prevalencia de *E. histolytica* y *E. dispar* indistintamente. Regan en 2014 halló en zoológicos del Reino Unido, ambas especies *E. histolytica* / *E. dispar* con predominio de predominio de *E. dispar*. Levecke et al presentaron un estudio molecular realizado en 2010 a muestras provenientes de PNH de los Países Bajos y Bélgica, con un alarmante resultado de predominio de *E. histolytica*. Recientemente, en 2017, Kader diagnosticó *E. histolytica* tanto en PNH como en sus cuidadores en un parque zoológico en Egipto.

Blastocystis spp. es uno de los protozoos más diagnosticados en los estudios parasitológicos realizados a PNH. Autores como Cian et al en 2017 y Alfellani et al en 2013 han definido varios subtipos (ST) de *Blastocystis* en PNH y humanos, entre

ellos ST1, ST2 y ST3. Vargas-Sánchez et al en 2015 publicaron el hallazgo de estos tres subtipos como predominantes en pacientes con Síndrome del Colon Irritable en México. El ST2 ha sido asociado además, a trastornos urticarianos y gastrointestinales en humanos por Vogelberg et al. Otro autor que encontró predominio pero del ST3 en pacientes humanos con urticaria crónica, fue Casero en 2015 en Colombia. Villanueva et al en 2017 demostraron la transmisión del ST2 entre PNH y humanos en zoológicos y reservas naturales en México. Los cual coinciden con los resultados de Yoshikawa et al en 2009, quienes diagnostican en Nepal este mismo subtipo en un niño y un espécimen *Macaca mulatta*.

Diferencias significativas solo se encontró en la frecuencia de infección entre PNH y humano con los parásitos *Iodamoeba butschilii* y *Trichuris trichiura*. Ambas infecciones solo se diagnosticaron en los PNH. Es oportuno aclarar que, hasta la fecha, la presencia en humanos de *I. butschilii* es más frecuentes en las edades preescolares y escolares como lo demuestran Del Pino en 2016 y un año más tarde Cando. La Organización Mundial de la Salud informa que de igual manera se comporta el geohelminto. En este caso todos los cuidadores de PZN eran individuos adultos.

De los helmintos *Trichuris trichiura* fue el más diagnosticado, presentándose solamente en PNH. Similares resultados obtuvo Adetunji cuando este helminto fue predominante en PNH y sus cuidadores fueron negativos al mismo, al realizar un monitoreo parasitológico en un Jardín Zoológico de Nigeria en 2014. Es de destacar que numerosas investigaciones han demostrado la infección de los cuidadores de PNH en zoológicos; Adekunle en 2008 identificó este parásito en el 45,5% de los cuidadores muestreados para su trabajo. *Trichuris trichiura* fue igualmente diagnosticado por Polo, hace 10 años en la población objeto de estudio.

La Organización Mundial de la Salud reconoce a este parásito, al igual que otros geohelmintos, como de transmisión indirecta. Acha en la tercera edición de su libro sobre zoonosis, refiere la necesidad de un ciclo de maduración en la tierra, para ser

transmisibles a otros hospederos; o cual los diferencia de los protozoos donde si puede existir transmisión directa entre una o dos especies.

Resulta significativo el hecho de que no se hayan encontrado diferencias entre las frecuencias de infecciones por grupos de protozoos parásitos y comensales entre los PNH y los humanos. Aunque no se encontraron publicaciones o antecedentes que refirieran resultados similares, este patrón sugiere la posibilidad de una transmisión zoonótica, al ser similares las frecuencias entre ambos grupos de hospederos.

Al comparar las frecuencias de infecciones por grupos de parásitos y comensales intestinales según sexo en todos los primates estudiados en el PZN, tampoco encontramos diferencias. Resultados similares fueron presentados por Martín-Losano et al y Adetunji de sus diagnósticos a muestras similares en zoológicos de Ecuador y Nigeria respectivamente.

Otros estudios realizados en PNH en zoológicos encontraron también a los animales de la especie *Papio anubis* infectados con la mayor cantidad de parásitos o comensales; en Nigeria Dawet en 2013, obtuvo similares resultados, incluso con mayor frecuencia de estas infecciones. De la misma forma se ha encontrado a varias especies del mismo género *Papio* y *Macaca* infectados con mayor número de especies de parásitos o comensales y una mayor frecuencia de infecciones, consistente con los hallazgos de Levecke en 2007.

Este resultado puede deducirse como consecuencia de lo expresado en un estudio de conducta realizado por MacIntosh et al en 2012. En el cual demuestra el efecto favorable de la alta interacción social de estas especies, en la transmisión de parasitosis. Beaver en 1988 y Munene 10 años más tarde expresaron en sus investigaciones similar criterio.

Cebus apella fue la especie menos infectada en coincidencia con los resultados de Kader en un estudio sobre zoonosis ocupacionales en PNH y sus cuidadores un

zoológico en Egipto este año. Levecke en 2007 demostró, de igual forma, una menor infestación en especies de monos del nuevo mundo en Bélgica.

Resulta interesante en este estudio que de las 11 especies de parásitos encontradas, la mayoría (7 especies) son consideradas por la literatura biomédica como potencialmente patógenas para el humano. De hecho, las especies de protozoos más prevalentes en humanos fueron las mismas que afectaron mayor número de especies de PNH (42 de los 43 PNH estudiados).

Por otra parte, es significativo que las frecuencias de infecciones fueron similares entre PNH y humanos. Aunque no fue demostrada la transmisión entre estas especies por la no utilización de métodos moleculares, esta investigación permitió mostrar el potencial de transmisión zoonótica de parasitosis intestinales en los PNH del PZN de Cuba.

VII. Conclusiones

- Se encontraron 11 especies de parásitos y comensales intestinales, nueve protozoos y dos helmintos en las especies de PNH y humanos, estudiados en el Parque Zoológico Nacional de Cuba. De todas las especies diagnosticadas, siete son consideradas por la literatura como potencialmente patógenas para el humano.
- No se encontraron diferencias entre PNH y humanos para las infecciones con *Entamoeba* spp., *Blastocystis* spp., *Endolimax nana* y *Entamoeba coli*.
- No se observaron diferencias en las frecuencias de protozoos totales, patógenos y comensales entre PNH y humanos. Sin embargo las infecciones con helmintos fueron escasas y no se encontraron en humanos.
- No se encontraron diferencias entre ambos sexos en las frecuencias de protozoos totales, patógenos, comensales como con de helmintos en todos los PNH estudiados en el PZN.
- En las especies de PNH de los géneros *Papio* y *Macaca* predominaron las infecciones por especies o géneros de parásitos y comensales. Lo cual representa un riesgo potencial para los cuidadores de estos animales en particular.

VIII. Recomendaciones

- Realizar estudios que abarquen mayor número de individuos de PNH y cuidadores, al incluir otros parques zoológicos y técnicas moleculares para protozoos, lo que permitiría un mayor acercamiento a la posible transmisión zoonótica entre PNH y humanos.
- Informar los resultados de esta tesis al grupo de Bienestar Animal de la Empresa de Zoológicos de Cuba, para la modificación de los criterios clínicos de diagnóstico y monitoreo de parasitosis intestinales en PNH.
- Reforzar las medidas de bioseguridad en cuidadores de PNH del PZN.
- Proponer a las autoridades del PZN una intervención con los trabajadores; taller, seminario o curso práctico sobre enfermedades parasitarias zoonosis o no y su importancia para la salud pública y animal.

IX. Bibliografía consultada

1. Empresa Cubana de Zoológicos. Inventario animal 2018. Departamento de Bienestar Animal.
2. Álvarez LG. Diagnóstico medio ambiental del Parque Zoológico Nacional de Cuba. p: 2-4, 2017.
3. Dawet A, Yakubu DP, Butu HM. Survey of gastrointestinal parasites of non-human primates in Jos zoological garden. *J Primat.* 2013; 2: 1-3.
4. Akpan PA, Abraham JT, Ekwetiong PO. Survey of gastro-intestinal parasites of chimpanzees and drill monkeys in Drill Ranch, Calabar, Cross River State, Nigeria. *A Res Rev.* 2010; 4: 334-340.
5. Huffman M, Nahallage C, Hasegawa H, Ekanayake S, De Silva L, et al. Preliminary survey of the distribution of four potentially zoonotic parasite species among primates in Sri Lanka. *J Natl Sci Found.* 2013; 41: 319-26.
6. Li M, Zhao B, Li B, Wang Q, Niu L, Deng J, et al. Prevalence of gastrointestinal parasites in captive non-human primates of twenty-four zoological gardens in China. *J Med Primatol.* 2015: 168-173.
7. Adetunji VE. Prevalence of gastro-intestinal parasites in primates and their keepers from two zoological gardens in Ibadan, Nigeria. *Sokoto J Vet Sci.* 2014; 12: 25-30.
8. Leroy EM, Rouquet P, Formenty P, Souquiere S, Kilbourne A, Forment JM, et al. Multiple ebola virus transmission events and rapid decline of Central African wildlife. *Sci.* 2004; 303: 387-390.
9. Polo LJL, MacKensie PM, Cordoví PR, Quiala O, Ponce AGA, Zulueta BL. Principales parásitos intestinales (nematodos) diagnosticados que afectan a los

chimpancé (*Pan troglodytes troglodytes*) del Parque Zoológico Nacional de Cuba. REDVET. 2007; 8: 1-11. [acceso el 28 de marzo de 2017].

Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030307/030709.pdf>

10. World Health Organisation. Zoonoses and the Human-Animal-Ecosystems Interface, 2017. [acceso el 15 de febrero de 2017].

Disponible en: <http://www.who.int/zoonoses/en/>

11. Thompson RCA, Kutz SJ, Smith A. Parasite zoonoses and wildlife: Emerging issues. Int J Environ Res Public Health: 2009; 6: 678-693.

12. Mbaya AW. Gastrointestinal parasites of captive and free-roaming primates at the Afi Mountain primate conservation area in Calabar, Nigeria and their zoonotic implication. Pak J Biol Sci. 2011; 14: 709-714.

13. Gunasekera UC, Wickramasinghe S, Rajapakse RPVJ. Gastrointestinal parasites of captive primates in The National Zoological Gardens of Sri Lanka. Taprobanica. 2012; 4: 37-41.

14. Bagaria A. A knowledge and practices study of health hazards among animal handlers in zoological gardens. Int J Occup Saf Health, 2014; 4: 1-4.

15. Chethan KHB, Lokesha KM, Madhavaprasad CB, Shilpa VT, Karabasanavar NS, Kumar A. Occupational zoonoses in zoo and wildlife veterinarians in India: A review. Vet World. 2013; 6: 605-613.

16. Adekunle BA, Olayide JA. Preliminary investigation zooanthroposis in a Nigerian zoological garden. Vet Res. 2008; 2: 38-41.

17. World Health Organisation. Fact sheet. [<http://www.who.int/en/>] Soil-transmitted helminth infections. [acceso el 2 de febrero de 2018]. Actualizado: Septiembre, 2017.

Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs366/en/>

18. Spano F, Putignani L, Mclauchlin J, Casemore DP, Crisanti A. PCR-RFLP analysis of the *Cryptosporidium* oocyst wall protein (COWP) gene discriminates between *C. wrairi* and *C. parvum*, and between *C. parvum* isolates of human and animal origin. FEMS Microbiol Lett. 1997; 150: 209-217.
19. Li M, Zhou CH, Li ZS, Den ZH, Ruan CW, Zhang QM, et al. Risk factors for *Enterobius vermicularis* infection in children in Gaozhou, Guangdong, China. Infect Dis Poverty. 2015; 28; 1-7.
20. Kouassi RYW, McGraw SW, Kouassi PY, Abou-Bacar A, Brunet J, Pesson B, et al. Diversity and prevalence of gastrointestinal parasites in seven non-human primates of the Taï National Park, Côte d'Ivoire. Parasites. 2015; 22: 1-11.
21. Munene E, Otsyulaa M, Mbaabub DAN, Mutahic WT, Muriukid SMK, Muchemie GM. Helminth and protozoan gastrointestinal tract parasites in captive and wild-trapped African non-human primates. Vet Parasitol: 1998; 78: 195-201.
22. Prescott MJ. Ethics of primate use. Published by Copernicus Publications. Adv Sci Res. 2010; 5: 11-22.
23. Strona G. Past, present and future of host-parasite co-extinctions. IJP-PAW. 2015; 4: 431-441.
24. Barnes AN, Davaasuren A, Baasandagva U, Gray GC. A systematic review of zoonotic enteric parasitic diseases among nomadic and pastoral people. PLoS ONE. 2017; 12: 1-22.
25. Acha NP, Szyfres B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3ra edi. Vol III Parasitosis. Publicación Científica y Técnica No. 580. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 525, 23rd Street, NW, Washington, DC 20037, EUA. 2003.

26. Martin-Solano S, Carrillo-Bilbao GA, Ramírez W, Celi-Erazo M, Huynen MC, Levecke B, et al. Gastrointestinal parasites in captive and free-ranging *Cebus albifrons* in the Western Amazon, Ecuador. *IJP-PAW*. 2017; 6: 209-218.
27. Faulkner CT, Reinhard KJ. A retrospective examination of paleoparasitology and its establishment in the Journal of Parasitology. *J Parasitol*. 2014; 100: 253-262.
28. Bicca-Marques JC, Calegario-Marques C. Parasite sharing between humans and nonhuman primates and the hidden dangers to primate conservation. *Zool*. 2014; 31: 313-315.
29. Estrada A. Primate conservation in South America: the human and ecological dimensions of the problem. In: Garber PA, Estrada A, Bicca-Marques JC, Heymann EW, Strier KB (eds) *South American primates: comparative perspectives in the study of behavior, ecology, and conservation*. Springer Press, New York, NY; 2009. p 463-505.
30. Chapman CA, Gillespie TR, Goldberg TL. Primates and the ecology of their infectious diseases: How will anthropogenic change affect host-parasite interactions? *Evol Anthropol*. 2005; 14:134-144.
31. Cooper N, Griffin R, Franz M, Omotayo M, Nunn CL. Phylogenetic host specificity and understanding parasite sharing in primates. *Ecology Letters*. 2012; 15: 1370-1377.
32. Gómez JM, Nunn CL, Verdu M. Centrality in primate parasite networks reveals the potential for the transmission of emerging infectious diseases to humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2013; 110: 7738-7741.
33. Helmy YA, El-Adawy H, Elsayed M, Abdelwhab A. Comprehensive review of common bacterial, parasitic and viral zoonoses at the human-animal interface in Egypt. *Pathogens*. 2017; 33: 2-28.

34. Wang JL, Li TT, Huang SY, Cong W, Zhu XQ. Major parasitic diseases of poverty in mainland China: perspectives for better control. *Infectious Dis Poverty*. 2016; 67: 1-13.
35. Hamzah Z, Petmir S, Mungthin M, Leelayoova S, Chavalitshewinkoon-Petmir P. Differential detection of *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba dispar*, and *Entamoeba moshkovskii* by single-round PCR assay. *J Clin Microbiol*. 2006; 44: 3196-3200.
36. Ximénez C, González E, Nieves M, Maga U, Morán P, Gudiño-Zayas M, et al. Differential expression of pathogenic genes of *Entamoeba histolytica* vs *E. dispar* in model of infection using human liver tissue explants. *PLoS ONE*. 2017; 12: 1-22.
37. Zahedi A, Papparini A, Jian F, Robertson I, Ryan U. Public health significance of zoonotic *Cryptosporidium* species in wildlife: critical insights into better drinking water management. *IJP-PAW*. 2016; 5: 88-109.
38. Ponce GF, Jirků PK. *Balantidium coli*. Global Water Project [<http://www.waterpathogens.org>] Michigan State University; Fayer R, Jakubowski W; Publicado 15/01/2015 [Actualizado el 18 de octubre de 2017] [acceso el 31 de enero de 2018] Disponible en: <http://www.waterpathogens.org/sites/default/files/Balantidium%20coli.pdf>
39. Villanueva CG, Gordillo EJC, López EE, Rendon EF, Muñoz CIG, Gama L, et al. Clarifying the cryptic host specificity of *Blastocystis* spp. isolates from *Alouatta palliata* and *A. pigra*, Howler Monkeys. *PLoS ONE*. 2017; 12: 1-15.
40. Bertran I, Albertini L, Schwartzbrod J. Comparison of two target genes for detection and genotyping of *Giardia lamblia* in human feces by PCR and PCR-Restriction Fragment Length Polymorphism. *J Clin Microbiol*, 2005; 43: 5940-5944.

41. Zanzani SA, Gazzonis AL, Epis S, Manfredi MT. Study of the gastrointestinal parasitic fauna of captive non-human primates (*Macaca fascicularis*). Parasitol Res. 2016; 115: 307-312.
42. Karim R, Wang R, Dong H, Zhang L, Li J, Zhang S, et al. Genetic polymorphism and zoonotic potential of *Enterocytozoon bieneusi* from nonhuman primates in China. Appl Environ Microbiol. 2014; 80: 1893-1898.
43. Kader MM, Mawgood SZ, Taher EE, Kamel NO, Sobhy HM. Occupational zoonotic infections associated with non-human primate and their keepers in Giza Zoo. Annals of Veterinary and Animal Science. 2017; 4: 43-52.
44. World Health Organisation. Estimate of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015 [acceso el 31 de enero de 2018]. Disponible en:
http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/fergreport/en/
45. Cavalier-Smith T. The Protozoan phylum *Opalozoa*. J Euk Microbiol. 1993; 40: 609-615.
46. Youn H, Review of zoonotic parasites in medical and veterinary fields in the Republic of Korea. Korean J Parasitol. 2009; 47: 133-141.
47. Osman M, El Safadi D, Cian A, Benamrouz S, Nourrisson C, Poirier P, et al. Prevalence and risk factors for intestinal protozoan infections with *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Blastocystis* and *Dientamoeba* among school children in Tripoli, Lebanon. PLoS Negl Trop Dis. 2016; 10: 1-17.
48. Pourrut X, Dikko JL, Somo RM, Bilong CF, Delaporte E, LeBreton M, et al. Prevalence of gastrointestinal parasites in primate bushmeat and pets in Cameroon. Vet Parasitol. 2011; 175: 187-191.

49. Organización Mundial de la Salud. Comunicado de prensa. Para alcanzar las metas de desarrollo es necesario un aumento radical de las inversiones en agua y saneamiento. 13 de abril de 2017, Ginebra. Dra. María Neira, Directora del Departamento de Salud Pública y Determinantes Ambientales y Sociales de la Salud de la OMS.
50. Organización Mundial de la Salud. Negl Dis. Acción contar las lombrices. 2007; 10: 2-8.
51. David EB, Patti M, Coradi ST, Oliveira-Segueira TCG, Ribolla PEM, et al. Molecular typing of *Giardia duodenalis* isolated nonhuman primates housed in a Brazilian Zoo. Re Inst Med Trop Sao Paulo. 2014; 56:49-54
52. Jacob P, Henry A, Meheut G, Charni-Ben-Tabassi N, Ingrand V, Helmi K. Health risk assessment related to waterborne pathogens from the river to the tap. Int J Environ Res Public Health. 2015; 12: 2967-2983.
53. Regan SC, Yon L, Hossain M, Elsheikha HM. Prevalence of Entamoeba species in captive primates in zoological gardens in the UK. PeerJ. 2014; 2-16.
54. Lebbad M. Molecular diagnosis and characterization of two intestinal protozoa: *Entamoeba histolytica* and *Giardia intestinalis*. [Tesis doctoral] Sweden, Stockholm: Karolinska Institutet; 2010.
55. Hooshyar H, Rostamkhani P, Rezaeian M. An annotated checklist of the human and animal Entamoeba (Amoebida: *Endamoebidae*) Species - A review article. Iran J Parasitol. 2015; 10: 146-156.
56. Wilson IW, Weedall GD, Hall N. Host–Parasite interactions in *Entamoeba histolytica* and *Entamoeba dispar*: what have we learned from their genomes? Parasit Immunol. 2012; 34: 90-99.

57. Rodríguez DJG, Olivares JL, Arece J. Evolución de los protozoos. Rev Salud Anim. 2010; 32: 118-120.
58. Dawson, D. Foodborne protozoan parasites. Int J Food Microbiol. 2005; 103: 207-227.
59. Du SZ, Zhao GH, Shao JF, Fang YQ, Tian GR, Zhang LX, et al. *Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis*, and *Enterocytozoon bieneusi* in captive nonhuman primates in Qinling Mountains. Korean J Parasitol. 2015; 53: 395-402.
60. Puleston RL, Mallaghan CM, Modha DE, Hunter PR, Nguyen-Van-Tam JS, Regan CM, et al. The first recorded outbreak of cryptosporidiosis due to *Cryptosporidium cuniculus* (formerly rabbit genotype), following a water quality incident. J Water Health. 2014; 12:41-50.
61. Fletcher SM, Stark D, Harkness J, Ellis J. Enteric Protozoa in the developed world: a public health perspective. Clin Microbiol Rev. 2012; 25: 420-449.
62. Li J, Dong H, Wang R, Yu F, Wu Y, Chang Y, et al. An investigation of parasitic infections and review of molecular characterization of the intestinal protozoa in nonhuman primates in China from 2009 to 2015. IJP-PAW. 2017; 6: 8-15.
63. Dufour A. WHO. Waterborne zoonosis, 2017. Section III Water-related zoonosis disease impacts - geographical prevalence.
64. Yoshikawa H, Wu Z, Pandey K, Pandey BD, Sherch JB, Yanagi T, et al. Molecular characterization of *Blastocystis* isolates from children and rhesus monkeys in Kathmadu, Nepal. Vet Parasitol. 2009; 160: 295-300.
65. Coyle CM, Varughese J, Weiss LM, Tanowitz HB. *Blastocystis*: To treat or not to treat... Clin Infect Dis: 2012; 54:105-10.

66. Cian A, El Safadi D, Osman M, Moriniere R, Gantois N, Benamrouz-Vanneste S, et al. Molecular epidemiology of *Blastocystis* sp. in various animal groups from two French zoos and evaluation of potential zoonotic risk. PloS ONE. 2017; 12: 1-29.
67. Stepek G, Buttle DJ, Duce IR, Behnke JM. Human gastrointestinal nematode infections: are new control methods required? Int J Exp Path. 2006; 87: 325-341.
68. Pedersen AB, Altizer S, Poss M, Cunningham AA, Nunn CL. Patterns of host specificity and transmission among parasites of wild primates. Int J Parasitol. 2005; 35: 647-657.
69. Levecke B, Dorny P, Vercammen F, Visser LG, Esbroeck MV, Vercruyse J, et al. Transmission of *Entamoeba nutalli* and *Trichuris trichiura* from nonhuman primates to humans. Emerg Infect Dis. 2015; 21: 1871-1871.
70. Polo LJL, Mackenzie PM, Parásitos intestinales (protozoos) diagnosticados en los primates no humanos del Parque Zoológico Nacional de Cuba. Trabajo presentado en el XVI Fórum de Ciencia y Técnica. 2005.
71. Meurs L, Polderman AM, VinkelesMelchers N, Brienen E, Verweij J, Groosjohan B, et al. Diagnosing polyparasitism in a high prevalence setting in Beira, Mozambique: Detection of intestinal parasites in fecal samples by microscopy and Real-Time PCR. PloS Negl Trop Dis. 2017; 11: 1-18.
72. World Health Organisation. Neglected Tropical Diseases. [http://www.who.int/neglected_diseases/en/] Fact sheets relating to NTD. [acceso el 2 de febrero de 2018]. Disponible en: http://www.who.int/neglected_diseases/mediacentre/factsheet/en/
73. World Health Organisation; 2012. Technical report series-972. Research priorities for helminth infections. Technical report of the TDR disease reference group on helminth infections. [acceso el 11 de abril de 2017]. Disponible en:

http://apps.who.int/iris/bit stream/10665/75922/1/WHO_TRS_972_eng.pdf

74. Brooker SJ, Nikolay B, Balabanova D, Pullan RL. Global feasibility assessment of interrupting the transmission of soil-transmitted helminths: a statistical modelling study. *Lancet Infect Dis.* 2015; 15: 941-50.
75. Bethony J, Brooker S, Albonico M, Geiger SM, Loukas A, Diemert D, et al. Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet.* 2006; 367: 1521-1532.
76. Kumar HB, Jain K, Jain Rj. A study of prevalence of intestinal worm infestation and efficacy of anthelmintic drugs. *Med J Armed Force India.* 2014; 70: 144-148.
77. Brooker SJ. Estimating the global distribution and disease burden of intestinal nematode infections: Adding up the numbers – A review. *Int J Parasitol.* 2010; 40: 1137-1144.
78. Stephenson LS, Holland CV, Cooper ES. The public health significance of *Trichuris trichiura*. *Parasitol.* 2000; 121:73-95.
79. Morgan KN, Tromborg CT. Sources of stress in captivity. *Applied Ani Behav Sci.* 2007: 262-302.
80. Farrand A. The effect of zoo visitors on the behaviour and welfare of zoo mammals. Thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Stirling. 2007.
81. WAZA. World Asociation of Zoos and Acuariums. Members. [acceso el 30 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.waza.org/es/site/zoologicos-y-acuarios>
82. Wikipedia. [base de datos en Internet]. List of zoos by country. [acceso el 31 de enero de 2018]. [Aproximadamente 21 pantallas].

Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_zoos_by_country

83. El-Mawgood SA, Taher EE, Kamel NO, Sobhy HM, El-Kader MM. Occupational zoonotic parasites associated with non-human primates and their keepers in Giza Zoo. *Med J Cairo Univ.* 2017; 85: 363-370.
84. Barrios NSL. Estudio coproparasitológico en primates no humanos del parque zoológico de Quilpé, Chile. Tesis para optar al Título de Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile. 2005.
85. Mir AQ, Dua K, Singla LD, Sharma S, Singh MP. Prevalence of parasitic infection in captive wild animals in Bir Moti Bagh mini zoo (Deer Park), Patiala, Punjab. *Vet World.* 2016; 9: 540-543.
86. Tachibana H, Cheng XJ, Kobayashi S. et al. *Entamoeba dispar*, but not *E. histolytica*, detected in a colony of chimpanzees in Japan. *Parasitol Res.* 2000; 86: 537-541.
87. Zahedi A, Monis P, Aucote S, King B, Paparini A, Jian F, et al. Zoonotic *Cryptosporidium* species in animals inhabiting Sydney water catchments. *PLoS ONE.* 2016; 11: 1-18.
88. Thompson RCA, Smith A. Zoonotic enteric protozoa. *Vet Parasitol.* 2011; 182: 70-78.
89. Nolan MJ, Unger M, Yeap YT, Rogers E, Millet I, Harman K, et al. Molecular characterisation of protist parasites in human-habituated mountain gorillas (*Gorilla beringei beringei*), humans and livestock, from Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *Parasit Vectors:* 2017; 340: 2-12.
90. Jiménez OV. Sobre la coexistencia de los aborígenes precolombinos y los primates en Cuba. *Cuba Arqueológica:* 2015; 2: 33-40.

91. Horovitz I, MacPhee D E. The quaternary Cuban platyrrhine *Paralouatta varonai* and the origin of Antillean monkeys. J Hum Evol. 1999; 36: 33-68.
92. Cubillas HS. Rosalía Abreu y el primer zoológico de Cuba, su colonia de primates y el centenario del nacimiento del primer chimpancé cautivo en el mundo en Cuba. CubaZoo. 2015; 28: 6.
93. Carrió O. Las peligrosas mascotas de Rosalía. Radio Habana Cuba. [acceso el 06 octubre de 2017] Disponible en: <http://www.radiohc.cu/interesantes/caleidoscopio/143607-las-peligrosas-mascotas-de-rosalia>
94. Ortega J. Misterios en La Finca de los Monos. La Jiribilla. Revista de Cultura Cubana. La Habana, Cuba. 2007 [acceso el 25 de enero de 2018]. Disponible en: http://www.lajiribilla.co.cu/2007/n332_09/memoria.html
95. Cram EB. A species of the cestode genus *Bertiella* in man in chimpanzee in Cuba. Am J Trop Med. 1928; 8: 339-345.
96. Legón D. Scrapbook, Jardín Zoológico de la Habana. 1998.
97. Castaño RAS. Granma. El largo capítulo de los monos verdes 4 de abril de 2014. [acceso el 22 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.granma.cu/cuba/2014-04-04/el-largo-capitulo-de-los-monos-verdes>
98. Fleagle J. Apes and humans. Primate adaptation and evolution. 3rd ed. New York. 2013. p 151-168.
99. Ryland AB, Mittermeier RA. Primate Taxonomy: Species and Conservation. Evol Anthropol. 2014; 23: 8-10.

100. Nature Publishing Group, 2001 [base de datos en Internet]. Encyclopedia of Life Sciences. [acceso el 7 de febrero de 2018] Rosenberger AL, Hartwig WC. New World Monkeys [Aproximadamente 4 pantallas].
Disponible en: http://pages.nycep.org/rosenberger/downloads/pdf/NWM_Rosenberger_Hartwig.pdf
101. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Kingdon J, Butynski TM. *Chlorocebus aethiops*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T4233A10695029.en>
102. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 10 de febrero de 2017]. De Cuarón AD, Morales A, Shedden A, Rodríguez-Luna EPC. *Cebus capucinus* ssp. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T43934A10841636.en>
103. NCBI, National Center for Biotechnology Information [base de datos en Internet]. U.S. National library of medicine by the national academy of sciences. The psychological well-being of nonhuman primates. 1998 [acceso el 7 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK232179/>
104. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Ong P, Richardson M. *Macaca fascicularis*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T12551A3355536.en>
105. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Timmins RJ, Richardson M, Chhangani A, Yongcheng L. *Macaca mulatta*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T12554A3356486.en>

106. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Htun S, Timmins RJ, Boonratana R, Das J. *Macaca arctoides*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T12548A3354519.en>
107. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Kingdon J, Butynski TM, De Jong Y. *Papio anubis*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T40647A10348950.en>
108. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Gippoliti S, Ehardt T. *Papio hamadryas*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T16019A5354647.en>
109. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Oates JF, Butynski TM. *Mandrillus sphinx*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T12754A3377579.en>
110. Smithsonian National Museum of Natural History [sede Web]. Estados Unidos de América: Smithsonian Institution, 2018 [acceso el 2 de febrero de 2018]. Human evolution evidence. Genetic evidence. Disponible en: <http://humanorigins.si.edu/evidence/genetics>
111. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2008. [acceso el 6 de febrero de 2017]. De Humle T, Maisels F, Oates JF, Plumptre A, Williamson EA. *Pan troglodytes*. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/15933/0>
112. Wiley Online Library, 1998. [base de datos en Internet]. The International Encyclopedia of Primatology [acceso el 7 de febrero de 2018]. Groves C.

- Primates (Taxonomy) [Aproximadamente 6 pantallas]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119179313.wbprim0045/full>
113. Prüfer K, Munch K, Hellmann I, Akagi K, Miller JR, Walenz B, et al. The bonobo genome compared with the chimpanzee and human genomes. *Nat.* 2012; 486: 527-531.
114. Nei M. *Molecular Evolutionary Genetics*. New York: Columbia University Press; 1987.
115. Colectivo de autores. *Manual de medicina preventiva para primates no humanos en el Parque Zoológico Nacional de Cuba*, 2017.
116. HAGR, Human Ageing Genomic Resources [base de datos en Internet]. João Pedro de Magalhães, 2002-2018: AnAge, The Animal Ageing and Longevity Database. Entry for species [acceso el 30 de noviembre de 2017].
Disponible en: <http://genomics.senescence.info/species/>
117. Ceballo-Mago N, Chivers DJ. Local knowledge and perceptions of pet primates and wild Margarita capuchins on Isla de Margarita and Isla de Coche in Venezuela. *Endang Species Res.* 2010; 13: 63-67.
118. Mellor DJ. Updating animal welfare thinking: moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. *Ani.* 2016; 6: 2-20.
119. Mason GJ, Latham NR. Can't stop, won't stop: Is stereotypy reliable animal welfare indicator. *Ani Welfare.* 2004; 13: 57-69.
120. CCPA, *Manual vol. 1 (2da ed.)* 1998. Capítulo VI—Las necesidades sociales y comportamentales de los animales de experimentación. Editores: Olfert ED, Cross BM, McWilliam AA. Canadian Council on Animal Care. Ottawa, Ontario K1P 5G4. Canadá. [acceso el 5 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.ccac.ca>

121. Curtis D, Zaramody A, Di G, Pickard A. Non-invasive monitoring of reproductive status in wild mongoose lemurs (*Eulemur mongoz*). *Reprod Fert Dev.* 2000; 12: 21-29.
122. Terio KA, Brown JL, Morelund R, Munson L. Comparison of different drying and storage methods on quantifiable concentrations of fecal steroids in the cheetah. *Zoo Biol.* 2002; 21: 215-22.
123. Núñez FA, Cordoví RA. Manual de técnicas básicas para el diagnóstico de las parasitosis intestinales. La Habana. MINSAP.UNICEF. 2003.
124. Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, Smith DC, Burton AH, et al. Epi Info Version 6: A word processing, database, and statistics program for epidemiology on microcomputers. Atlanta, GA: Centers for Disease Control. 1994.
125. Santiago PMI, Hervada VX, Naveira BG, Silva LC, Fariñas H, Vázquez E, et al. El programa Epidat: Uso y perspectivas. *Rev Panam Salud Pública.* 2010; 27: 80-2.
126. Vargas-Sánchez G-B, Romero-Valdovinos M, Ramírez-Guerrero C, Vargas-Hernández I, Ramírez-Miranda ME, Martínez-Ocaña J, et al. *Blastocystis* isolates from patients with Irritable Bowel Syndrome and from asymptomatic carriers exhibit similar parasitological loads, but significantly different generation times and genetic variability across multiple subtypes. *PLoS ONE.* 2015; 10: 1-13.
127. McPherson FJ. Normal Blood parameters, common diseases and parasites affecting captive non-human primates. *J Primatol.* 2013; 2:2.
128. Cordon GP, Prados AH, Romero D, Moreno SM, Pontes A, Osuna A, et al. Intestinal parasitism in the animals of the zoological garden Pena Escrita (Almunecar, Spain). *Vet Parasitol.* 2008; 156: 302-309.

129. Dieudonné Tra Bi TA, Yapi A, Acapovi-Yao GL, Soro SD. Inventaire des parasites digestifs chez les primates du Zoo National d' Abidjan: Evaluation de l'efficacite de quatre méthodes de diagnostics coprologiques. Rev Ivoir Sci Technol. 2015; 25: 204-217.
130. Levecke B, Dorny P, Geurden T, Vercammen F, Vercruysse J. Gastrointestinal protozoa in non-human primates of four zoological gardens in Belgium. Vet Parasitol. 2007; 148: 236-246.
131. Levecke B, Dreesen L, Dorny P, Verweij JJ, Vercammen F, Casaert S, et al. Molecular identification of *Entamoeba* spp. in captive nonhuman primates. J Clin Microbiol. 2010; 48: 2988-2990.
132. Alfellani MA, Jacob AS, Perea NO, Krecek RC, Taner-Mulla D, Verweij JJ, et al. Diversity and distribution of *Blastocystis* sp. subtypes in non-human primates. Parasitol. 2013; 140: 966-971.
133. Vogelberg C, Stensvold CR, Monecke S, Ditzen A, Stopsack K, Heinrich-Gräfe U, et al. *Blastocystis* sp. subtype 2 detection during recurrence of gastrointestinal and urticarial symptoms. Parasitol Int. 2010; 59:469-471.
134. Casero RD, Mongia F, Sánchez A, Ramírez JD. *Blastocystis* and urticaria: Examination of subtypes and morphotypes in an unusual clinical manifestation. Acta Tropica. 2015; 148: 156-161.
135. Del Pino MJR. Parasitosis intestinal en preescolares y escolares atendidos en el centro médico EsSalud de Celendín, Cajamarca. Horiz Med. 2016; 16: 35-42.
136. Cando VM, Escobar AS, Espinoza CE, Caluña RE. Prevalencia de parasitosis intestinales y su posible relación con estados anémicos en los niños que acuden a los centros de educación inicial. ESJ. 2017; 27: 113-130.

137. MacIntosh AJ, Jacobs A, Garcia C, Shimizu K, Mouri K, Huffman M, et al. Monkeys in the middle: Parasite transmission through the social network of a wild primate. *Plus One*. 2012; 12: e51144.
138. Beaver P, Blanchard J, Seibold H. Invasive amebiasis in naturally infected New World and Old World monkeys with and without clinical disease. *Am J Trop Med Hyg* 1988; 39: 343-52.
139. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. [acceso el 6 de febrero de 2017]. Disponible en: www.iucnredlist.org
140. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. [sede web]. Red List of Threatened Species 2015. [acceso el 10 de febrero de 2017]. De Rylands AB, Boubli JP, Mittermeier RA, Wallace RB, Ceballo-Mago N. *Sapajus apella*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-1.RLTS.T39949A70610943.en>
141. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. [sede web]. Global Mammal Assessment Team. 2008. *Homo sapiens*. [acceso el 18 de enero de 2017] Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/136584/0>

X. Anexos

Anexo 1a. Cuestionario a trabajadores vinculados directamente al área de PNH del Parque Zoológico Nacional de Cuba.

1. Número: _____

Nombre y Apellidos: _____

Responsabilidad en el Parque Zoológico Nacional de Cuba: _____

Dirección: Calle _____ No _____ entre _____

y _____ Barrio _____ Municipio: _____

Provincia: _____ Fecha de llenado (D/M/A): _____

2. SEXO.

- Masculino SI € NO € - Femenino SI € NO €

3. RAZA.

- Blanca SI € NO € - Negra SI € NO €

- Mestiza SI € NO € - Otra SI € NO €

¿Cuál?: _____

4. EDAD (en años cumplidos) _____

Tiene niño en edad preescolar no vinculado a institución educacional SI € NO €

- Niño en edad escolar SI € NO €

- Cuantos y edades: _____

5. TIPO DE TRABAJO QUE REALIZA

- Preparación alimentos SI € NO €

- Limpieza con agua SI € NO €

- Limpieza en seco SI € NO €

- Otros trabajos SI € NO €

- ¿Cuáles? _____

6. PROCEDENCIA DEL AGUA DE BEBER.

- Red de acueductos SI € NO €

- Pipas SI € NO € - Pozos SI € NO €

- Otros SI € NO € ¿Cuáles? _____

7. DISPOSICIÓN DE EXCRETAS.

- Servicio sanitario SI € NO € - Letrina SI € NO €

- Cielo abierto SI € NO € - Otros SI € NO €

¿Cuáles? _____

8. ANIMALES EN LA CASA

- Perros SI € NO € - Gatos SI € NO €

- Aves SI € NO € - Ninguno SI € NO €

- Otros SI € NO € ¿Cuáles? _____

9. HÁBITOS HIGIÉNICOS-DIETÉTICOS.

- Toma agua sin hervir SI € NO €

- Toma leche sin hervir SI € NO €

- Come carne cruda SI € NO €

- Come frutas con cáscara SI € NO €

- Come verduras crudas SI € NO €

- Se come las uñas o se chupa el dedo SI € NO €

- Camina descalzo SI € NO €

- Ninguno de los anteriores SI € NO €

10. TRASTORNOS EN LOS ÚLTIMOS 3 MESES

- Diarreas SI € NO € - Purito anal SI € NO €

- Vómitos SI € NO € - Dolor abdominal SI € NO €

- Elimina elementos que parecen parásitos SI € NO €

- No procede SI € NO €

11. ANTECEDENTES DE PARASITISMO INTESTINAL DIAGNOSTICADO EN LOS ÚLTIMOS 3 MESES

€ SI € NO

12. ANTECEDENTES DE PARASITISMO INTESTINAL EN FAMILIARES O CONVIVIENTES EN LOS ÚLTIMOS 3 MESES

€ SI € NO

Anexo 1b. Modelo para ser llenado en el laboratorio.

Características de las Heces: Moldeadas € Pastosas€ Diarrea € Flema € Sangre €
Alimento sin digerir _____ €
Otras observaciones _____

PARÁSITOS DETECTADOS

Helmintos:

- 1- *Trichuris trichiura* SI € NO €
2- *Ascaris lumbricoides* SI € NO €
3- Ancylostomídeos SI € NO €
Marcar la especie de ancylostomídeos si la pudo distinguir:
4a- *Necator americanus* € 4b *Ancylostoma duodenale* €
5- *Taenia* spp. SI € NO €
6- *Strongyloides stercoralis* SI € NO €
7- *Enterobius vermicularis* SI € NO €
8- *Hymenolepis nana* SI € NO €
9- *Hymenolepis diminuta* SI € NO €
10 Otros helmintos SI € NO €
¿Cuáles? _____

Protozoos:

10. *E. histolytica* /*E. dispar* SI € NO €
11. *Giardia lamblia* SI € NO €
12. *Balantidium coli* SI € NO €
13. Otros protozoos SI € NO €
¿Cuáles? _____

Comensales:

14. *Entamoeba coli* SI € NO €
15. *Endolimax nana* SI € NO €
16 *Blastocystis hominis* SI € NO €
17. *Iodamoeba butschilii* SI € NO €
18. Otros comensales SI € NO €
¿Cuáles? _____

- Helmintos:SI € NO €
- Protozoos:SI € NO €
- Ninguno de los parásitos patógenos:.....SI € NO €
- Comensales:SI € NO €

Resultados del examen directo: _____

Resultados del Willis: _____

Resultados del Ritchie: _____

Anexo 2. Consentimiento informado.

Título del trabajo: Identificación de parasitosis intestinales con potencial zoonótico o no, en primates no humanos y sus cuidadores. Parque Zoológico Nacional de Cuba, 2017.

Información a trabajadores involucrados

1- ¿Por qué se realiza este estudio?

Los trabajadores que nos relacionamos con animales debemos mantener especial atención a las medidas de higiene tanto para la protección de los animales a nuestro cuidado como para la protección de nuestra salud y de la salud de nuestra familia. Los técnicos veterinarios que trabajan relacionados a fauna silvestre, en especial, deben extremar estas medidas. Se reconoce que estos animales son frecuentemente reservorios de diversos agentes etiológicos.

Es acción constante de las autoridades de Bienestar Animal del zoológico y del país el monitoreo frecuente de entidades específicas que se consideran de riesgo para la salud humana, como es *Leptospira* spp., bacilo de la tuberculosis, virus de la rabia y *Salmonella* spp.

Los parásitos no tienden a estar en la lista de los más buscados; no obstante, los programas de monitoreo y medicina preventiva en nuestro país los tienen fuertemente en consideración. Parasitosis como la Giardiasis y Amebiasis son de mayor conocimiento. Otros parásitos como Strongyloides y Ancilostomidos pueden pasar sin diagnóstico ante el técnico si el mismo no ha recibido entrenamiento veterinario o específico sobre estos parásitos que representan zoonosis.

Dentro de los parásitos intestinales más diagnosticados en PNH en cautiverio se encuentran *Trichuris trichiura*, *Strongyle* spp., *Strongyloides* spp., *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale*, *Oesophagostomum* spp., *S. fuelleborni*, *Cryptosporidium* spp., *Balantidium coli*, *Blastocystis* spp., *Giardia* spp., *Hymenolepis nana*, *Cyclospora* spp., *Entamoeba* spp., *Enterobius vermicularis*, *Schistosoma mansoni*, *Endolimax nana*, y la lista pudiera ser más extensa.

El Parque Zoológico Nacional de Cuba y sus especialistas han valorado este estudio y en conjunto con las autoridades pertinentes se ha decidido aprobar su realización por el impacto positivo que la misma puede generar ante la posible identificación de parásitos presentes en los animales y los trabajadores con potencial zoonótico.

Viviendo en un país tropical es frecuente escuchar que algún conocido o alguien de la familia tiene algún mal estomacal. Son frecuentes las conocidas malas digestiones y los cuadros diarreicos. Los orígenes de estos trastornos digestivos e nuestro clima son multicausales; alimentos en mal estado, malos hábitos higiénico-sanitarios virosis y parásitos. Muchas veces las parasitosis pasan subdiagnósticadas causando cuadros diarreicos y a largo plazo anemia por deficiencia de hierro, malabsorción de nutrientes e hipovitaminosis. Estas condiciones crónicas derivan en los casos de mayor gravedad, así como alteraciones en el aprendizaje y retardo del crecimiento.

Los parásitos intestinales se transmiten de diversas maneras y en ocasiones más fácil de lo que se estima. Ustedes están trabajando en un sitio de especial interés en este tema, pues durante su jornada laboral se encuentran expuestos a diversas maneras de contagio y a la vez exponen a los animales con los que trabajan.

Es de vital importancia que reconozcan lo delicado de su papel en la cadena epidemiológica de estas parasitosis. Por este medio le estamos brindando información e invitándolo a participar en esta investigación. Este documento puede contener palabras ajenas a sus conocimientos. Usted tiene derecho a realizar las preguntas que desee relacionadas con el estudio antes de decidir participar. Es necesario que comprenda todo sobre el mismo.

2- ¿Qué beneficios se obtienen con el estudio?

En el orden individual, se diagnosticarán y tratarán posibles infecciones por parásitos intestinales en cada participante. Usted podrá conocer si está infectado por algún parásito que puede representar un riesgo para su familia y a la vez información del tratamiento específico para su curación y como obtenerlo.

En términos de sistema de salud, podremos obtener información sobre los índices de prevalencia e intensidad de infección por parásitos intestinales en los trabajadores que se estudiarían y los animales con los que labora. Este estudio agregará a los programas de salud preventiva y monitoreo del zoológico nuevas estrategias en favor de la salud animal y humana.

3- ¿Participantes en este estudio?

Los primates no humanos de la colección del Parque Zoológico Nacional de Cuba y los trabajadores que en sus actividades laborales entran en contacto de alguna manera con ellos.

4- Procedimiento, tipo de muestra y forma en que será recogida.

Por cada animal, se recogerán datos básicos que se registrarán en una hoja de trabajo que son de interés para el estudio. Las muestras se recogerán frescas del suelo, escribiendo su nombre y fecha en la etiqueta de cada frasco. Durante 3 días se coleccionará esta muestra de heces. Los estudios parasitológicos se realizarán en el laboratorio de parasitología del Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri (IPK). Las muestras de los trabajadores se harán en 3 recogidas consecutivas luego de entregarse los 3 frascos limpios y bien etiquetados para coleccionar 3 muestras de heces las cuales serán examinadas por los investigadores participantes.

Se utilizarán los mismos métodos diagnósticos para animales y humanos. Ninguna de las herramientas utilizadas para esta investigación (exámenes de heces y cuestionarios) dañará o pondrá en peligro la integridad de los individuos seleccionados.

5- Participación voluntaria y razones para no participar o retirarse.

Su decisión de participar en el estudio es enteramente libre y voluntaria. Usted no tiene que tomar parte en la misma si no considera hacerlo. Puede retirarse del estudio en el momento que lo decida y esto no repercutirá en sus beneficios como trabajador del Parque Zoológico Nacional o afectará las evaluaciones de su

desempeño. Si alguno de los trabajadores fuera diagnosticado con algún tipo de parásito, será informado aunque haya decidido retirarse del estudio.

6- Información de los resultados parasitológico.

Usted podrá contactar directamente a la investigadora en cualquier momento durante la investigación, si necesitara alguna información relacionada con la misma o aclaración específica.

La semana siguiente al diagnóstico de laboratorio se realizará entrega de los resultados a los trabajadores participantes, junto a un taller donde la investigadora proporcionará información sobre los parásitos diagnosticados y opciones efectivas de tratamiento en correspondencia con el diagnóstico. En este momento los participantes pueden aclarar las dudas que pudieran tener al respecto.

7- ¿Cómo recibiré tratamiento?

Usted podrá utilizar el resultado oficial del laboratorio de parasitología del IPK para dirigirse al área de salud correspondiente a su residencia y recibir tratamiento orientado por su médico.

También el PZN pondrá a su disposición el servicio médico regular para los trabajadores de esta instalación. Donde el médico del centro les proporcionará la atención correspondiente.

La selección de la vía para obtener el tratamiento es completamente suya. Recomendamos lo haga como le sea orientado por el profesional competente.

Consentimiento de los trabajadores a muestrear

Yo: _____,

He leído y comprendido la información contenida en este documento, he podido hacer todas las preguntas que consideré necesarias, he recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas, he tenido contacto con miembros del equipo que realiza el estudio y ellos me han explicado todos los aspectos relacionados con el mismo.

Y para expresar mi conformidad firmo este modelo.

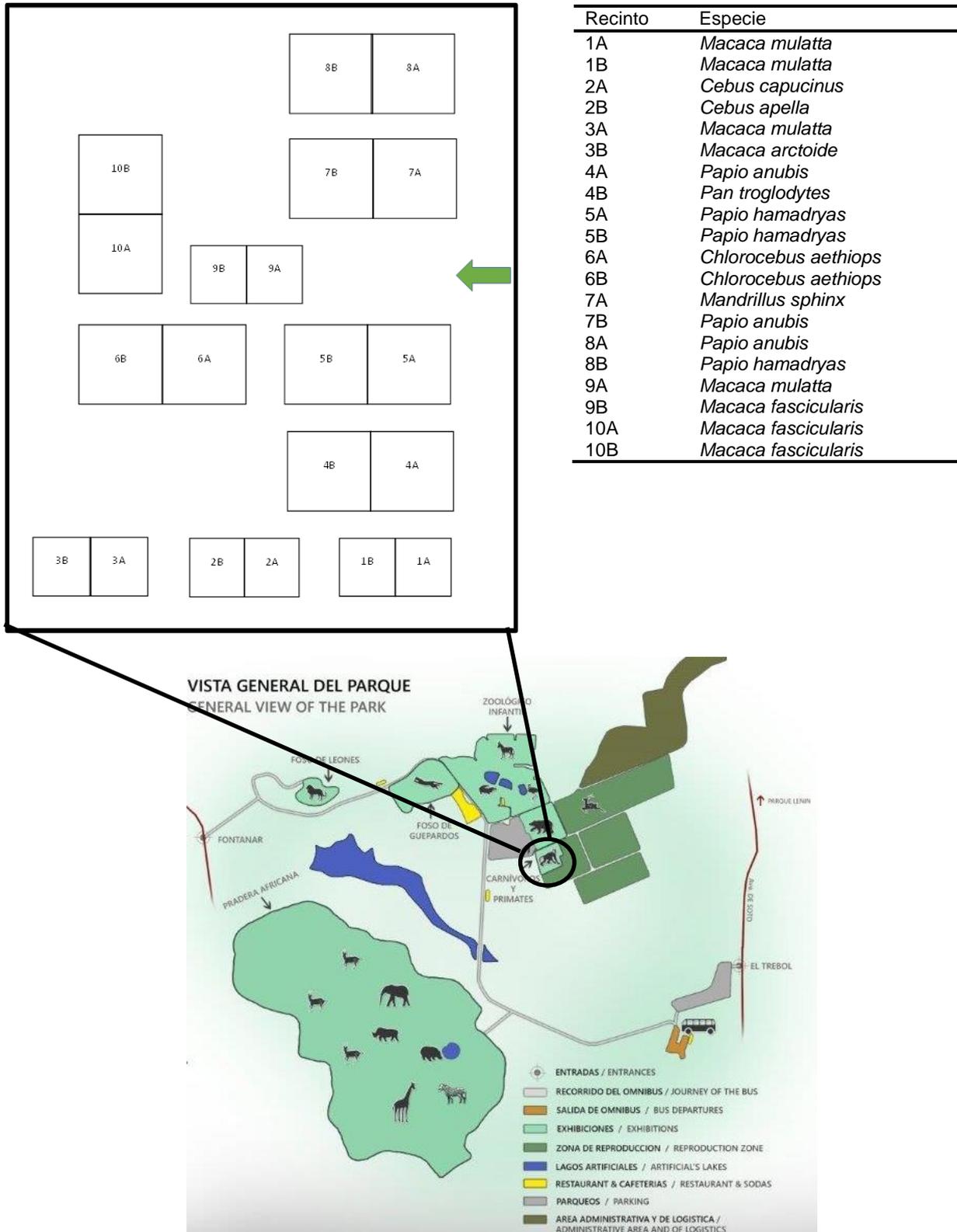
Nombre y firma del trabajador:

Nombre y firma del investigador:

Fecha: _____

Anexo 3. Área para PNH en el Parque Zoológico Nacional de Cuba.

Figura 1. Distribución de los recintos del área de PNH.



Anexo 4. Especies en estudio y su estado de conservación.

Tabla 9. Especies en estudio y su estado de conservación según IUNC [139].

Especie	Estado de conservación
<i>Macaca mulatta</i>	LC [105]
<i>Macaca fascicularis</i>	LC [104]
<i>Macaca arctoide</i>	VU A3cd+4cd [101]
<i>Chlorocebus aethiops</i>	LC [116]
<i>Pan troglodites</i>	EN A4bcde [113]
<i>Mandrillus sphinx</i>	VU A2cd [109]
<i>Papio anubis</i>	LC [107]
<i>Papio hamadryas</i>	LC [108]
<i>Cebus capucinus</i>	LC [102]
<i>Cebus apella</i>	LC [140]
<i>Homo sapiens</i>	LC [141]

Leyenda:

EN- En peligro.

VU- Vulnerable.

LN- De preocupación menor.

A- Está enfrentando un muy alto riesgo de extinción en vida silvestre.

(b) un índice de abundancia apropiado en el taxón.

(c) declinando en el área de ocupación o la calidad de su hábitat.

(d) actuales o potenciales grados de explotación.

(e) la introducción de los efectos de un taxón introducido, hibridación, patógenos, competidores o parásitos.

2- Se ha observado, estimado, inferido, proyectado o sospechado una reducción de la población $\geq 80\%$ en 10 años o en un periodo de tres generaciones.

3- Reducción de la población $\geq 30\%$, proyectada o sospechada en los próximos 10 años o tres generaciones.

4- Se ha observado, estimado, inferido, proyectado o sospechado una reducción de la población $\geq 50\%$ en 10 años o en un periodo de tres generaciones.

Anexo 5. Principales protozoos diagnosticados en PNH en cautiverio.

Tabla 10. Principales protozoos diagnosticados en PNH en cautiverio, con importancia para la salud humana.

Patógenos	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> (<i>G. duodenalis</i> , <i>G. intestinalis</i>) <i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Cryptosporidium andersoni</i> <i>Enterocytozoon bieneusi</i> <i>Balantidium coli</i> <i>Cyclospora</i> spp <i>Cystoisospora belli</i> <i>Sarcocystis hominis</i>
Comensales	<i>Iodamoeba butschlii</i> <i>Entamoeba moshkovskii</i> <i>Entamoeba hartmanni</i> <i>Chilomastix mesnili</i> <i>Endolimax nana</i> <i>Entamoeba dispar</i> <i>Entamoeba coli</i>
Controversial	<i>Blastocystis</i> spp.

Anexo 6. Principales helmintos diagnosticados en PNH en cautiverio.

Tabla 11. Principales helmintos diagnosticados en PNH en cautiverio con importancia para la salud humana.

Nematodos	<i>Strongyloides fulleborni</i>	<i>Trichuris trichuira</i>
	<i>Strongyloides stercoralis</i>	<i>Enterobius vermicularis</i>
	<i>Ancylostoma duodenalis</i>	<i>Anatrichosoma</i> spp.
	<i>Ancylostoma ceylanicum</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>
	<i>Oesophagostomum stephanostomum</i>	<i>Capillaria</i> spp.
	<i>Oesophagostomum bifurcum</i>	<i>Trichostrongylus</i> spp.
	<i>Ternidens</i> spp.	<i>Strongyloides</i> spp.
	<i>Heterakis</i> spp.	<i>Toxascaris</i> spp.
	<i>Necator americanus</i>	<i>Toxocara</i> spp.
	<i>Enterobius vermicularis</i>	
Trematodos	<i>Dicrocoelium</i> spp.	<i>Fasciola hepatica</i> ,
	<i>Schistosoma mansoni</i>	<i>Fasciolopsis buskii</i>
	<i>Heterophyes</i>	<i>Echinostoma ilocanum</i>
Cestodo	<i>Bertiella studeri</i>	<i>Taenia saginata</i>
	Anoplocephalidae spp.	<i>Taenia solium</i>
	<i>Hymenolepis nana</i>	<i>Diphyllobothrium</i> spp.
	<i>Hymenolepis diminuta</i>	<i>Dipylidium caninum</i>
	<i>Inermicapsifer madagascariensis</i>	<i>Raillietina</i> spp.

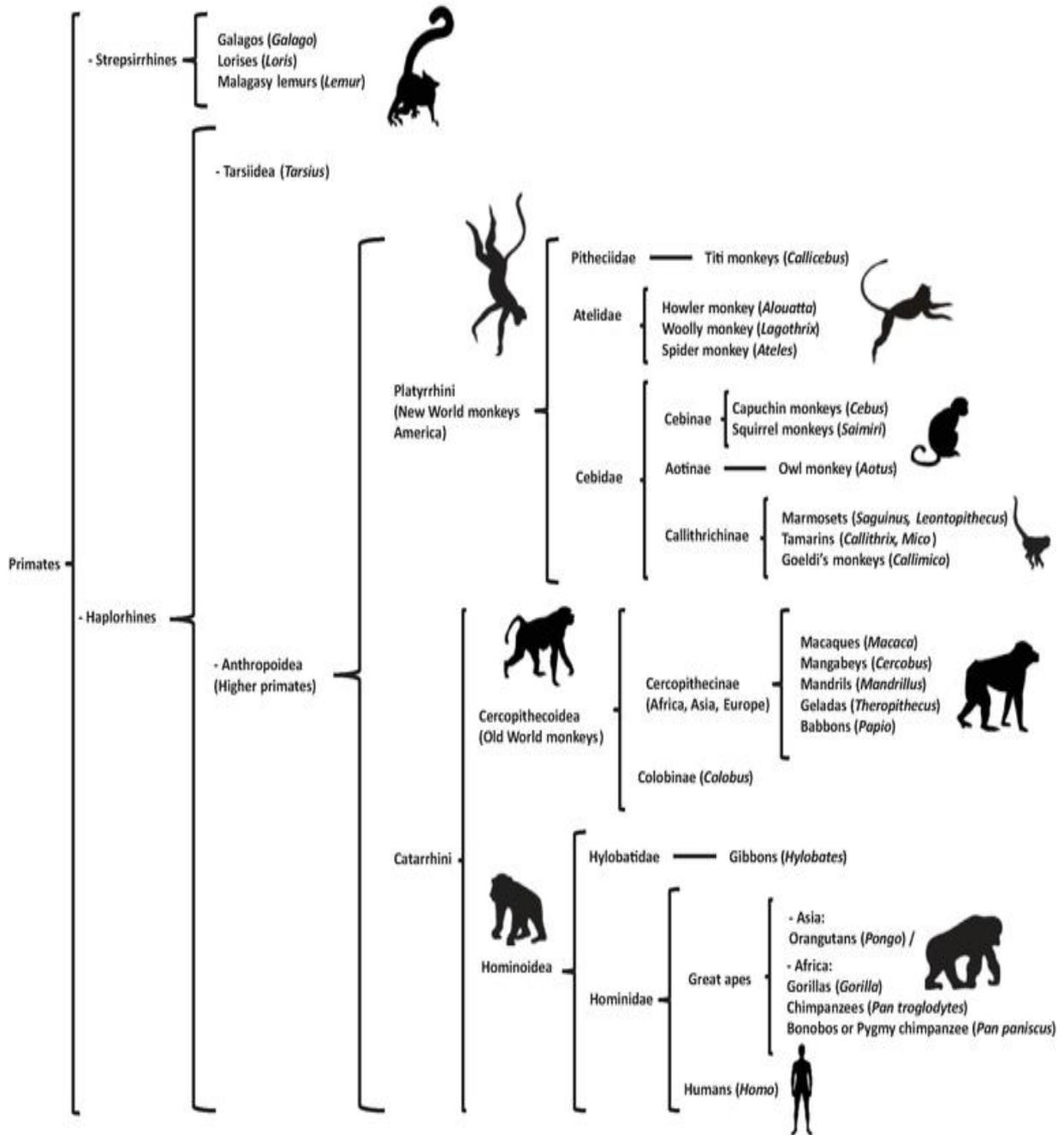
Anexo 7. Cantidad de especies o géneros de agentes biológicos y comensales diagnosticadas.

Tabla 12. Cantidad de especies o géneros de agentes biológicos y comensales diagnosticadas en las especies de PNH y humanos, estudiados en el parque Zoológico Nacional.

Primate	n	Helmintos					Protozoos					Total	
		<i>Echinostoma ilocanum</i>	<i>Trichuris trichiura</i>	<i>Giardia lamblia</i>	<i>Entamoeba</i> spp.	<i>Blastocystis</i> spp.	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Iodamoeba butschlii</i>	<i>Coccidia</i> spp.	<i>Balantidium coli</i>		<i>Cyclospora</i> spp.
<i>Pan troglodites</i>	1		x		x	x		x					4
<i>Mandrillus sphink</i>	1				x	x		x		x			4
<i>Macaca mulatta</i>	8		x		x	x	x	x	x		x		7
<i>Macaca arctoide</i>	1	x			x	x	x	x			x		6
<i>Macaca fascicularis</i>	5		x		x	x	x	x	x			x	7
<i>Chlorocebus aethiops</i>	5		x		x	x		x					4
<i>Cebus apella</i>	2				x	x							2
<i>Cebus capucinus</i>	1				x	x		x					3
<i>Papio anubis</i>	9		x	x	x	x	x	x	x	x	x		9
<i>Papio hamadryas</i>	10		x		x	x	x	x	x				6
<i>Homo sapiens</i>	6				x	x	x	x					4
Total	49	1	6	1	11	11	6	10	4	2	3	1	56

Anexo 8. Representación de la clasificación taxonómica de los primates.

Figura 2. Diagrama de la clasificación taxonómica de los primates [98].



Anexo 9. Árbol familiar de los primates.

Figura 3. Árbol familiar de los primates [110].

