



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

**Trabajo de Graduación**

Tipificación de grupos sanguíneos en jaguares (*Panthera onca*) mediante inmunocromatografía para selección de donantes del Zoológico Nacional, Managua, Nicaragua, 2021

**Autoras:**

Br. Esmeralda del Carmen Reyes Peña  
Br. Katherine Massiel Guerrero Avilés

**Asesores:**

M.V. Omar Enrique Navarro Reyes  
M.V. Eduardo Sacasa Urcuyo  
PhD. Rodrigo H. F. Teixeira

**Managua, Nicaragua**

**Octubre 2022**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

**Trabajo de Graduación**

Tipificación de grupos sanguíneos en jaguares (*Panthera onca*) mediante inmunocromatografía para selección de donantes del Zoológico Nacional, Managua, Nicaragua, 2021

**Autoras:**

Br. Esmeralda del Carmen Reyes Peña  
Br. Katherine Massiel Guerrero Avilés

**Asesores:**

M.V. Omar Enrique Navarro Reyes  
M.V. Eduardo Sacasa Urcuyo  
PhD. Rodrigo H. F. Teixeira

**Managua, Nicaragua**

**Octubre 2022**

Este trabajo de graduación, de investigación, fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de Ciencia Animal como requisito parcial para optar al título profesional de:

**Médico veterinario, en el grado de licenciatura**



Dr. José Vivas  
**Presidente**

Dra. Martha Rayo  
**Secretario**

Dra. Jennifer García  
**Vocal**

**Lugar y fecha:** Auditorio CECAP. Managua 05 de octubre de 2022

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	i
<b>INDICE DE CUADROS</b>	ii
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	iii
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	4
3.1. Descripción biológica de los felinos silvestres	4
3.2. Generalidades del jaguar ( <i>Panthera onca</i> )	4
3.2.1. Taxonomía	4
3.2.2. Descripción	5
3.2.3. Distribución	5
3.2.4. Hábitat	6
3.2.5. Hábitos	6
3.2.6. Alimentación	6
3.2.7. Reproducción	7
3.3. Principales amenazas	8
3.4. Estatus actual	8
3.5. Importancia de la conservación de la especie	9
3.6. Principales enfermedades en Jaguares	10
3.7. Sangre	11
3.7.1. Componentes de la sangre	11
3.8. Grupos sanguíneos	12
3.9. Anticuerpos del grupo sanguíneo	13
3.9.1. Inmunoglobulinas y unión antigénica	13
3.9.2. Aloanticuerpos y autoanticuerpos de grupo sanguíneo	14
3.10. Grupos Sanguíneos en Felinos domésticos	14
3.11. Tipificación sanguínea	15

3.12. Valores de referencia del jaguar	15
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
4.1. Ubicación del área de estudio	17
4.1.1. Macrolocalización	17
4.1.2. Microlocalización	17
4.2. Descripción del área de estudio	17
4.2.1. Áreas de trabajo	18
4.3. Manejo de los jaguares en el Zoo Nicaragua	18
4.3.1. Alimentación	18
4.3.2. Plan sanitario	18
4.3.3. Cantidad de jaguares	18
4.4. Diseño metodológico	19
4.5. Exploración clínica en grandes felinos	19
4.5.1. Métodos de contención	19
4.6. Determinación del protocolo anestésico a utilizar	20
4.7. Criterios de selección para donantes del Zoo Nicaragua	21
4.8. Procedimiento para la toma de muestra sanguínea	21
4.9. Procedimiento de Biometría Hemática completa	22
4.10. Procedimiento de tipificación sanguínea	23
4.11. Procedimiento de prueba cruzada mayor	24
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>25</b>
5.1. Descripción de los hallazgos hematológicos	25
5.2. Resultados de las pruebas de tipificación (Easy Quick test de Alvedia)	26
5.3. Interpretación de resultados	26
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>28</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>29</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	<b>30</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>34</b>

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Macrolocalización del Zoo Nicaragua	17

---

## ÍNDICE DE CUADROS

---

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Materiales utilizados en los procedimientos	24
2. Hallazgos Hematologicos	25

---

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Contención química	35
2. Equipo de contención química	35
3. Ficha para selección de donantes	36
4. Toma de muestra sanguínea en vena femoral	37
5. Lectura de hematocrito	37
6. Observación en el microscopio del extendido	38
7. Quick test para tipificación sanguínea de Laboratorios Alvedia	38
8. Tipificación sanguínea (Tira recolectora)	39
9. Tipificación sanguínea (Migración)	39
10. Prueba cruzada mayor (solución salina y sangre entera)	40
11. Resultados Easy Quick Test (Jaguar 1 y jaguar 2)	40
12. Resultados Easy Quick Test (Jaguar 3)	41
13. Resultados Easy Quick Test (Jaguar 4)	41
14. Prueba de compatibilidad	42
15. Prueba de compatibilidad (Eritrocitos sin lisis, ni agrupaciones)	42
16. Resultados Easy Quick Test (Ocelotes)	43

---



## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue tipificar mediante la técnica de inmunocromatografía a jaguares (*Panthera Onca*), con el propósito de elegir donantes sanguíneos como un aporte a la medicina de la conservación de la especie del Zoo Nicaragua. Este estudio fue realizado en dos etapas entre los meses de noviembre 2021 a julio 2022, en donde fueron seleccionados cuatro ejemplares que cumplían con los requerimientos establecidos para la selección de potenciales candidatos para donación, se realizó el muestreo serológico a través de métodos de contención físico-químicos, utilizando un protocolo anestésico a base de ketamina y xilacina, logrando así la evaluación hematológica de los mismos a través de biometrías hemáticas completas. La determinación del grupo sanguíneo tras la utilización del Quick Test de Alvedia mostró resultados negativos tras no ser observada la línea de control (C), considerando esta una prueba inválida para tipificación en jaguares, dada la obtención de resultados negativos se utilizó el test en ocelotes (*Leopardus pardalis*) para verificar la validez de la prueba en felinos silvestres dando como resultado la determinación del grupo sanguíneo de los ejemplares seleccionados (Tipo A). Así mismo se ejecutaron pruebas de compatibilidad entre los jaguares seleccionados siendo estos compatibles. Con este estudio se concluye que no se puede describir la tipificación sanguínea en jaguares a través del Quick Test de Alvedia.

**Palabras clave:** Medicina transfusional, Fauna silvestre, Medicina de la conservación.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to typify jaguars (*Panthera Onca*) through the immunochromatography technique, with the purpose of choosing blood donors as a contribution in the medicine of the conservation of the species in the Nicaragua Zoo. This study was carried out in two stages between the months of November 2021 and July 2022, where four specimens were selected that met the requirements established for the selection of potential candidates for donation, serological sampling was carried out through physical and chemicals containment methods, using an anesthetic protocol based on ketamine and xylazine, thus achieving their hematological evaluation through complete blood counts. The determination of the blood group after the use of the Alvedia Quick Test showed negative results after the control line (C) was not observed, considering this an invalid test for typing in jaguars, given the negative results obtained, the test was used in ocelots (*Leopardus pardalis*) to verify the validity of the test in wild cats, resulting in the determination of the blood group of the selected specimens (Type A). Likewise, compatibility tests were carried out between the selected jaguars, these being compatible. With this study it is concluded that blood typing in jaguars cannot be described through the Alvedia Quick Test.

**Keywords:** Transfusion medicine, Wildlife, Conservation medicine.

## I. INTRODUCCIÓN

El jaguar (*Panthera onca*) es el félido más grande de América y el tercero del mundo, después del tigre (*Panthera tigris*) y el león (*Panthera leo*), pertenece al reino animalia, clase mamífero, orden carnívoro, familia *felidae*, subfamilia *pantherinae* y género *Panthera* (Quigley *et al.*, 2017). Antiguamente se distribuía desde Estados Unidos hasta Argentina, pero su rango cada día se ha reducido más, por ende, su distribución actual es muy fragmentada; hoy en día se extiende desde México, América Central, América del Sur hasta el norte y noreste de Argentina (Clavijo y Ramírez, 2009).

“En Nicaragua está extinto en la región del Pacífico. Se encuentra sólo en los bosques de la región Atlántica, en las reservas boscosas grandes como la Reserva Biológica Indio Maíz, Cerro Silva, Wawashán y la Reserva de la Biosfera Bosawás” (Vianica.com, s.f.). Según Medina (2018) y Cites (2018) en nuestro país y la región el jaguar se encuentra oficialmente en peligro de extinción (PE).

“No se conoce con exactitud la población del jaguar, pero se considera como una especie en peligro en casi todos los países donde habita” (Clavijo y Ramírez, 2009). Esto indica que existen factores que contribuyen a la extinción periódica de esta especie, tales como la tala indiscriminada de bosques, la posterior destrucción de su hábitat, la caza y comercialización ilegal, entre otros aspectos.

Wilcove (1998) afirma que “Nicaragua es un país con alta diversidad biológica, lamentablemente, también es uno de los países de Latinoamérica con una de las mayores tasas de deforestación, lo cual conlleva a la fragmentación y pérdida de hábitats nativos; siendo estas las principales causa de extinción de especies” (Medina, 2018).

Además de esto la captura de la vida silvestre para propósitos comerciales es una de las prácticas más dañinas para el país, por lo tanto, todo programa de manejo de la vida silvestre debería considerar como objetivo la continua reproducción de las formas animales (Incer, s.f).

La caza furtiva de jaguares deja grandes consecuencias tanto para la biodiversidad del país como para el mismo animal; aunque en ocasiones se logra el rescate de estos y se busca la rehabilitación de los mismos, muchas veces debido al maltrato por parte de los cazadores al desconocer sus necesidades y someterlos a estrés, esta especie sufre graves secuelas en su salud tales como: un estado nutricional deplorable, severas lesiones y heridas físicas, fracturas, entre otras. Todo esto tiene como resultado que la vida del animal se encuentre en peligro, es por ello, que es necesario en estas situaciones valorar a través de distintas pruebas complementarias el estado del jaguar para poder establecer tratamientos necesarios y así mejorar su condición.

A menudo las lesiones físicas ocasionadas en los jaguares conllevan a una importante pérdida de sangre, para lo cual en algunos casos se requiere de procedimientos pocos convencionales en la medicina de exóticos para lograr salvar la vida del animal.

La tipificación sanguínea es un método de identificación de antígenos en la superficie de las células rojas. Los tipos de sangre pueden ser evaluados utilizando kits rápidos para tipificación sanguínea. Actualmente existen diferentes tipos de pruebas en el mercado para tipificar los grupos sanguíneos de una forma rápida y precisa (Valencia y Vanegas, 2019). Las transfusiones sanguíneas son cada vez más frecuentes en la medicina veterinaria debido a que se usan como tratamiento de algunas patologías como anemia, hipovolemia, trastornos de la coagulación, hemorragias severas, entre otros. En fauna silvestre este tipo de información es escasa, sin embargo, necesaria para la conservación de las especies.

Para realizar la tipificación sanguínea en jaguares del centro de reproducción del Zoológico Nacional de Nicaragua se utilizará el Easy Quick Test BT A+B de Alvedia.

El estudio pretende seleccionar jaguares resguardados en el Zoo Nicaragua aptos para ser considerados donantes, a través de la clasificación de los grupos sanguíneos y evaluación del estado hematológico. Siendo este el primer estudio en utilizar Easy Quick Test BT A+B de Alvedia con el propósito de obtener tipificación sanguínea en esta especie y así contribuir a estudios de conservación ante la caza indiscriminada.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Tipificar mediante la técnica de inmunocromatografía a través del Easy Quick Test BT A+B de Alvedia a jaguares (*Panthera Onca*), con el propósito de elegir donantes sanguíneos como un aporte a la medicina de la conservación de la especie del Zoo Nicaragua.

### 2.2. Objetivos específicos

- Identificar jaguares que cumplan con los requisitos correspondientes para la selección de donantes.
- Determinar el grupo sanguíneo en jaguares del centro de reproducción del Zoológico Nacional de Nicaragua.
- Evaluar hematológicamente a los jaguares en el centro de reproducción del Zoológico Nacional de Nicaragua.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. Descripción biológica de los felinos silvestres

Herrera *et al.* (2018) afirma que los felinos constituyen una de las familias que conforman el orden de los carnívoros, son mamíferos euterios de tamaño desde pequeño hasta muy grande (de 1 a 300 kg). Tienen por lo menos cuatro uñas en cada pata, cuya posición es plantígrada y el primer dedo nunca es opuesto a los otros. Su dentadura generalmente muestra seis incisivos pequeños, dos grandes caninos generalmente cónicos y un número variable de molares.

El sentido del olfato es extraordinario y por lo general se nutren de carne, pueden ser ictiófagos, carroñeros o polífagos. Los felinos son considerados los carnívoros más especializados que existen y unos excelentes cazadores. Se distribuyen ampliamente alrededor del mundo, faltando representantes en Australia, Madagascar, Antártida y algunas islas. Actualmente esta familia consta de 12 géneros y al menos 37 especies. Para su manejo se divide en 2 grandes grupos: los pequeños felinos (de menos de 20 kg e incluye 29 especies) y los grandes felinos (que incluye 8 especies), de los cuales se puede mencionar el león, jaguar, tigre, entre otros (Herrera *et al.*, 2018).

#### 3.2. Generalidades del jaguar (*Panthera onca*)

##### 3.2.1. Taxonomía

La taxonomía del jaguar según Linnaeus (1758) citado por Quigley *et al.* (2018) es:

- Reino: *Animalia*
- Filo: *Chordata*
- Clase: *Mammalia*
- Orden: *Carnivora*
- Suborden: *Feliformia*
- Familia: *Felidae*
- Subfamilia: *Pantherinae*
- Género: *Panthera*
- Especie: *Panthera onca*

### **3.2.2. Descripción**

El jaguar es el felino más grande del continente americano y el tercero del mundo, después del tigre y el león, el peso del adulto es de 45 a 130 kilogramos, la longitud de la punta de la nariz a la punta de la cola es de 1.70 a 2.30 metros y tiene una longevidad de 22 años. Su cuerpo es robusto, pecho fuerte y piernas delanteras fuertemente musculadas; cabeza grande, hocico corto, amplio y chato; ojos grandes de color café claro; orejas pequeñas y redondas; cráneo robusto; pelo corto y erizado, con coloración generalmente café dorado en el lomo, palidecido hasta hacerse blanco abajo; el cuerpo totalmente manchado con “rosetas” negras o manchas de forma regular (Morales y Mendoza, 2000).

Existen jaguares “raros” con variación en el pelaje, el cual se muestra completamente negro en donde las manchas apenas se diferencian, este fenómeno se conoce como melanismo y ocurre cuando hay un exceso de melanina que le otorga a la piel y al pelaje su característico color negro, a estos jaguares se les llama pantera negra. Sin embargo, cabe recalcar que lo que se conoce como pantera se trata de un jaguar o un leopardo melánico y no de una nueva especie, es simplemente una variación negra de estos animales (Morales y Mendoza, 2000).

### **3.2.3. Distribución**

Antiguamente el jaguar ocupaba gran parte del territorio americano, desde el norte en los estados de Arizona, el sur de California y Nuevo México en Estados Unidos, hasta el sur en las provincias de Neuquén y Chubut, Argentina. Sin embargo, se conoce que la población de esta especie ha disminuido significativamente durante las últimas décadas, por tanto, se sabe que hoy en día no se encuentra en Estados Unidos ni en algunas partes de Argentina (Londaiz, s.f.).

En la actualidad se encuentra presente en los bosques tropicales en el sureste de México, hasta el Río Bravo en el Golfo y en la Sierra Madre Occidental de la costa del Pacífico, hasta los límites con Belice y Guatemala. En Centroamérica está presente en Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, pero no en El Salvador. Y en Sudamérica: Bolivia, Venezuela, Ecuador, Guyana, Surinam, Guayana Francesa, Brasil, Perú y el norte de Argentina, se especula sobre su presencia en Uruguay (Morales y Mendoza, 2000).

#### **3.2.4. Hábitat**

“Habita frecuentemente en selvas que bordean los grandes ríos o manglares, bosques tropicales densos, bosques lluviosos y espinosos, bosques de montaña, tropicales perennifolios, caducifolios y subcaducifolios, así como zonas pantanosas. Desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm” (Morales y Mendoza, 2000).

#### **3.2.5. Hábitos**

Morales y Mendoza (2000) afirma que los jaguares son casi exclusivamente nocturnos, pues raras veces sale durante el día, dedicándose a descansar en algún lugar oculto entre las rocas o entre la maleza espera. El jaguar caza acechando a su presa, ocultándose cerca de su vereda o donde bebe agua. Son sedentarios más cuando se encuentran en su hábitat preferido; solitarios, únicamente se reúnen durante el apareamiento y territoriales. Les gusta el agua, sobretodo echarse en ella e incluso bucean y nadan con gran habilidad.

#### **3.2.6. Alimentación**

El jaguar es un cazador oportunista y como buen depredador se alimenta prácticamente de cualquier animal que habite en las mismas regiones que él, desde el gran tapir hasta pequeños mamíferos. Se sustentan principalmente de pecarís, venados, monos, tapires, mapaches, tejones, armadillos, conejos y otros pequeños mamíferos, aves, peces, y algunos reptiles incluyendo cocodrilos, caimanes, lagartijas, víboras, tortugas y sus huevos e incluso en raras ocasiones carroña. Algunas veces atacan a animales domésticos, aunque es muy raro (Herrera *et al.*, 2018).

Utiliza dos métodos de caza, en una de ellas recorre caminos esperando encontrar alguna presa a la cual se acerca sigilosamente sin ser detectado para atacar en los últimos metros y en la otra se resguarda en algún lugar estratégico esperando emboscar a su víctima. Una vez logra capturar a su presa utiliza algunos métodos para matar como la mordida en la nuca o garganta e incluso muerde el cráneo y entre las orejas, cosas que no hacen comúnmente los otros grandes felinos (Londaiz, s.f.).



Después de cazar a su presa, la lleva a un lugar donde se siente seguro, pero sin esconder el cadáver bajo hojas o ramas y procede a beber agua antes de empezar a comer. Se desconoce la razón por la cual realiza esto. A diferencia de otros félidos empieza a consumir las presas grandes por los cuartos delanteros y dejan los traseros para el final (Londaiz, s.f.).

### **3.2.7. Reproducción**

Las características de la reproducción del jaguar son muy similares a las de otras especies de la familia de los Panterinos. Las hembras son fértiles a partir de los 2 años de edad como media, mientras que los machos deben esperar hasta los 3 o 4 años para comenzar a reproducirse en su entorno natural. En estado salvaje tienen una esperanza de vida de 10 u 11 años, y por lo general solo son capaces de concebir una nueva descendencia hasta los 8 años de vida (GestaciónDe.com, s.f.).

Ceballos *et al.* (2010) afirma que el periodo de gestación es de 100 días; los partos generalmente son de 2 y rara vez de 3 o 4 cachorros; después del apareamiento el macho abandona a la hembra y ella cuida sola a los críos; las hembras crían a sus hijos guardándolos celosamente (dispuestas a atacar si percibe un peligro) en cuevas u otros refugios trayéndolos consigo durante todo su periodo de desarrollo, enseñándoles a cazar por un año o más hasta que puedan hacerlo satisfactoriamente, tiempo después tendrán que abandonar el territorio de sus padres.

El apareamiento ocurre aparentemente todo el año. Durante la época de reproducción los machos dominantes atraen a las hembras con sus potentes rugidos, perceptibles a muchos kilómetros a la redonda, inclusive en lo más denso de la selva. El macho se acerca a la hembra, se huele, mordisquean y revuelcan. Sujeta a la hembra de la nuca con los dientes y copula con ella. Esto se repite varias veces en el transcurso de algunas horas y después se mantienen juntos por largo tiempo. Tal vez pasan varios días juntos, hasta que el macho abandona a la hembra. Si es exitoso, logrará copular con varias hembras en la temporada de celo (Ceballos *et al.*, 2010).

### 3.3. Principales amenazas

El jaguar se encuentra en lo más alto de la cadena alimentaria de las regiones donde habita y es considerado un súper depredador, por lo que prácticamente no tiene enemigos. Sin embargo, un jaguar solitario podría ser vulnerable a alguna manada de otros animales, a estos animales no se les puede considerar amenazas, pues siempre que atacan lo hacen en un acto de defensa, por tanto, se puede asegurar que el jaguar casi no tiene depredadores (Ceballos *et al.*, 2010).

El principal depredador y amenaza del jaguar en todo caso es el ser humano, ya que al igual que con otros felinos estos son cazados por su piel y pelaje, el ser humano es el encargado de la destrucción del hábitat y extinción de sus presas naturales, dejando al jaguar de esta forma sin hábitat y sin alimento, razón por la cual es orillado a alimentarse de animales domésticos siendo esta una justificación más del hombre para matarlos (Ceballos *et al.*, 2010).

### 3.4. Estatus actual

La *Panthera onca* se encuentra incluido en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre “CITES” (CITES, 2013), en dicho apéndice se incluyen las especies que presentan el mayor grado de peligro entre la fauna y flora del mundo. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales (Artículo III), por ejemplo, para la investigación científica. En estos casos excepcionales, puede realizarse la transacción comercial siempre y cuando se autorice mediante la concesión de un permiso de importación y un permiso de exportación (o certificado de reexportación). Además, en el Artículo VII de la Convención se prevén excepciones y otras disposiciones al respecto.

En Nicaragua y la región el jaguar es una especie oficialmente en peligro de extinción (PE) y con tendencia a decrecer en número. Es un animal muy amenazado, ya que su distribución se ha reducido mucho en las últimas décadas. En Uruguay esta extinto, por otro lado en Argentina donde era muy común, ahora quedan poco más de cien ejemplares en el norte. En Centroamérica su distribución es fragmentada, casi no está presente en Costa Rica y se encuentran en algunas regiones de Nicaragua, Honduras y Panamá (CITES, 2013).

### 3.5. Importancia de la conservación de la especie

El jaguar es el tercer felino más grande del mundo, después del tigre y el león, y es el depredador más grande en la mayor parte del hemisferio occidental. Los jaguares desempeñan un papel importante en la función de los ecosistemas en los que viven. Son un componente crítico de las comunidades funcionales de animales y plantas y tienen un efecto sombilla significativo en la conservación de la biodiversidad (WWF, s.f.).

Los jaguares también son un indicador valioso de los ecosistemas saludables y se convierten en un elemento focal para la conservación de hábitats que son importantes para la protección de los bosques y las iniciativas de mitigación del cambio climático. Como tales, constituyen una base no solo para la conservación de la vida silvestre, sino también para el bienestar de las personas (WWF, s.f.).

Desafortunadamente, las poblaciones del jaguar están fuertemente amenazadas por la pérdida y fragmentación del hábitat, la matanza por represalia asociada a la depredación de ganado, el temor por la seguridad humana, la cacería para trofeo o tráfico de sus partes, y la competencia con cazadores humanos por las presas silvestres. Estas amenazas, principalmente, han ejercido una presión importante sobre la especie y continúan disminuyendo el número de individuos en la mayor parte de la distribución del jaguar (WWF, s.f.).

El jaguar ha perdido aproximadamente el 50 por ciento de su distribución histórica, con aproximadamente siete millones de km<sup>2</sup> de hábitat tropical y subtropical restante. La preservación de estos ecosistemas no solo tiene valor para los jaguares, sino que también tienen un inmenso valor económico. Una estimación del valor económico de algunos servicios eco sistémicos prominentes generados a partir de hábitats del jaguar, solo en Brasil, supera los \$ 4 mil millones al año, incluida la generación de energía hidroeléctrica, la ganadería y la agricultura, y el turismo en la zona de la cuenca del Amazonas y el Pantanal (WWF, s.f.).

Existen condiciones y procesos por los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los habitan ayudan a sostener y satisfacer las necesidades de la sociedad humana, estos son definidos como servicios ambientales. Entre ellos están: la purificación del aire y agua; la mitigación de las sequías e inundaciones; la generación y conservación de los suelos; la polinización de los cultivos y de la vegetación natural; la dispersión de semillas; el reciclaje y movimiento de nutrientes; el control de insectos que generan problemas a los campos agrícolas; la protección de las costas ante la erosión del oleaje; la estabilización parcial del clima y el amortiguamiento de los climas extremos y sus impactos. El jaguar es conocido por ser un gran prestador de servicios ambientales (WWF, s.f.).

“Cuando el jaguar desaparece de las selvas y bosques, sus presas que son generalmente grandes herbívoros quedan como amos del paisaje y consumen especies vegetales sin control” (WWF, s.f.). Lo que da lugar a alterar la estructura y composición de las selvas y los suelos, afectando los cauces de ríos y, por tanto, tiene un efecto en cadena sobre otros seres vivos. Por esta razón el jaguar es una especie que mantiene un ecosistema equilibrado.

### 3.6. Principales enfermedades en Jaguares

Los carnívoros juegan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas. Las enfermedades infecciosas constituyen una de las causas de reducción de sus poblaciones. Se sabe que la fragmentación y destrucción del hábitat pueden crear condiciones que favorecen la presentación de distintos patógenos. Entre las principales enfermedades que afectan a los felinos, se encuentran: coronavirus, parvovirus, paramixovirus y toxoplasma *gondii* (Fundación jaguar, 2015).

Los felinos silvestres también pueden presentar algunos parásitos adquiridos en ocasiones por alimentos y no ser patogénicos para los jaguares. Sin embargo existen especies patogénicas identificadas en esta especie como por ejemplo del orden *Ascarididae* (*Toxocara*, *Toxascaris*) y *Strongyloididae* (*Ancylostoma*). La coccidiosis puede también ser un problema en jaguares en zoológicos (Plan de Supervivencia de Especies de Jaguar de la AZA, 2016).

Dentro de los exámenes de rutina para la identificación de enfermedades parasitarias es importante incluir exámenes fecales, también son de gran importancia los exámenes serológicos para enfermedades como calicivirus felino (CVF), *Dirofilaria immitis*, virus de inmunodeficiencia felina (FIV), peritonitis infecciosa felina, virus de la leucemia felina (FeLV), panleucopenia felina, herpesvirus, *Leptospira interrogans spp.*, *Toxoplasma gondii* y exámenes de hormonas tiroideas (Plan de Supervivencia de Especies de Jaguar de la AZA, 2016).

“La peritonitis infecciosa felina es causada por coronavirus que genera una enfermedad grave tanto en félidos domésticos como no domésticos” (Plan de Supervivencia de Especies de Jaguar de la AZA, 2016).

### 3.7. Sangre

Las principales funciones de la sangre son: Acarrear las sustancias nutritivas desde el canal alimenticio hasta los tejidos, transportar el oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos, arrastrar los productos residuales del metabolismo desde los tejidos hasta los órganos de excreción, transporta las secreciones de las glándulas endocrinas y contribuir al equilibrio del contenido acuoso del cuerpo, esta además debido a su alto calor específico, es un factor importante en el mantenimiento de la temperatura orgánica e interviene en la regulación de la concentración de hidrogeniones en el organismo (Madriz, 2014).

#### 3.7.1. Componentes de la sangre

“La sangre es un tejido conectivo especializado compuesto de elementos formes glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas, suspendido en un componente líquido (la matriz extracelular), que se conoce como plasma” (Madriz, 2014).

Los eritrocitos también conocidos como hematíes tienen como función transportar hemoglobina, que a su vez transporta oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos La hemoglobina es una proteína grande compuesta de cuatro cadenas polipeptídicas, cada una de las cuales está unida de manera covalente a un grupo hemo (Vegas 1980, Cunningham 1996, Gartner 2002 como se citó en Madriz, 2014).

Según Guyton (2011) citado por (Madriz, 2014) “Los leucocitos, también llamados células blancas sanguíneas, son las unidades móviles del sistema protector del organismo. Se clasifican en dos: Granulocitos (neutrófilos, eosinófilos y basófilos) y agranulocitos (monocitos y linfocitos)”.

“Las plaquetas son células pequeñas, sin núcleos, de forma discoidal y pueden tener múltiples granos finos rosados o purpúreos en el citoplasma. Limitan una hemorragia al adherirse al recubrimiento endotelial del vaso sanguíneo en caso de lesión” (Reagan *et al.*, 1999 citado por Madriz, 2014).

El plasma es la parte líquida, incolora y acuosa de la sangre y linfa en la que se hallan suspendidos los leucocitos, los eritrocitos y las plaquetas. No contiene células y está constituido por agua, electrolitos, proteínas, glucosa, grasas, bilirrubina y gases. Es fundamental para el transporte de los elementos celulares de la sangre a través del sistema circulatorio, para el transporte de nutrientes, para el mantenimiento del equilibrio ácido-básico del cuerpo y para el transporte de productos de desecho procedentes de los tejidos (Madriz, 2014).

### 3.8. Grupos sanguíneos

En los animales mamíferos domésticos y también en los mamíferos salvajes, así como en aves, reptiles, anfibios y peces existen marcadores de superficie eritrocitaria parcialmente solubles, mejor conocidos como grupos sanguíneos. Aunque no son del mismo tipo que en humanos, también expresan mecanismos de antigenicidad y receptores específicos determinados por un sistema de histocompatibilidad mayor y menor (Norroña y Sandoval, 2010).

Los grupos sanguíneos están definidos por antígenos sobre la superficie de los eritrocitos, estos tienen su membrana tapizada de determinantes antigénicos que pueden ser propios o adquiridos. La mayoría de ellos son carbohidratos o proteínas y parecen ser componentes de la membrana celular. Hacen excepción a esto, los antígenos adquiridos, que aunque se encuentran en los eritrocitos, su síntesis ocurre en otros sitios del organismo (Correa, 1986 como citó en Norroña y Sandoval, 2010).

Este tipo de antígenos se encuentran libres en suero, saliva y otros fluidos orgánicos y son absorbidos pasivamente a la superficie del eritrocito. Ejemplos de estos antígenos son el J de los bovinos, R de los ovinos, el A y O del cerdo y el Tr del canino (Correa, 1986 como citó en Noroña y Sandoval, 2010).

Según Noroña y Sandoval (2010) la expresión de los antígenos de grupos sanguíneos está controlada por genes y son heredados en forma convencional. Si alguno se hereda en conjunto de dos o más, se les conoce como fenogrupos. Los alelos o fenogrupos controlan a su vez un número variable de factores antigénicos eritrocitarios. Además de poseer antígenos de grupos sanguíneos en sus células, los animales también poseen anticuerpos séricos contra otros grupos sanguíneos y se llaman isoanticuerpos. Fueron estos anticuerpos los que se usaron para determinar diferencias sanguíneas en los trabajos iniciales.

### 3.9. Anticuerpos del grupo sanguíneo

#### **3.9.1. Inmunoglobulinas y unión antigénica**

“Las inmunoglobulinas son moléculas proteicas que son producidas en respuesta a estimulaciones antigénicas y que demuestran actividad específica de anticuerpo. Para entender los anticuerpos, primero hay que familiarizarse con la estructura y función de la inmunoglobulina” (Noroña y Sandoval, 2010).

La especialidad de un anticuerpo está determinada por las regiones hipervariables o determinantes de complementariedad de una molécula de inmunoglobulina. Hay tres regiones hipervariables en cada una de las cadenas ligera y pesada de que consta la molécula de inmunoglobulina. La heterogeneidad de la secuencia de aminoácidos en las regiones hipervariables que permite la variación en la configuración de las cadenas péptidas en los bucles variables, determina la especificidad de combinación para cada anticuerpo (Noroña y Sandoval, 2010).

### 3.9.2. Aloanticuerpos y autoanticuerpos de grupo sanguíneo

La mayoría de los anticuerpos de grupo sanguíneo clínicamente significativos se encuentran dentro de las clases de inmunoglobulinas IgG o IgM; ocasionalmente hay formas IgA entre autoanticuerpos y contra antígenos en ciertos sistemas de grupo sanguíneo. Los anticuerpos de grupo sanguíneo se clasifican generalmente como aloanticuerpos, que reacciona con un antígeno extraño no presente en los propios hematíes del paciente, o como autoanticuerpos, que reacciona con un antígeno de las propias células del paciente y con ese mismo antígeno en las células de otros individuos (Noroña y Sandoval, 2010).

### 3.10. Grupos sanguíneos en felinos domésticos

El sistema de grupos sanguíneos de los gatos domésticos fue caracterizado por primera vez en 1962, en donde se identificaron 2 grupos principales, designados como tipo A y B. Desde 1991 se reconoció un tercer tipo AB en una investigación realizada por Butler *et al* citado por Santana y Zhyvyenko, 2018. Por tanto, la clasificación actual de los grupos sanguíneos en gatos es la denominada AB, y está formada por los tipos A, B y AB.

“Los gatos domésticos poseen un único sistema sanguíneo con tres fenotipos, A, B y AB. Tienen origen en dos alelos de un mismo gen, A y B, siendo A dominante de B. La mayor parte de los gatos son A, unos pocos son B y raramente AB” (Santana y Zhyvyenko, 2018).

A diferencia de los perros, los gatos presentan aloanticuerpos naturales que pueden ocasionar una reacción transfusional grave en pacientes que reciben una primera transfusión, es por ello que en gatos es imprescindible tipificar el grupo sanguíneo del donante y del receptor antes de la transfusión, para evitar así una reacción hemolítica aguda (Santana y Zhyvyenko, 2018).

Según Santana y Zhyvyenko (2018) actualmente se utilizan test de tipificación con anticuerpos monoclonales anti-A y anti-B. Existen dos tipos de tests rápidos comercializados para realizar en la clínica; un test de aglutinación en tarjeta (Rapid-VetH Feline®, laboratorio DMS) y un test inmunocromatografía en cartucho (Quick test AB®, Alvedia). En un estudio reciente en el que se comparaban los dos sistemas se vio que su precisión era de 91,4% y 94,8% respectivamente.



### 3.11. Tipificación sanguínea

La tipificación sanguínea es un método de identificación de antígenos en la superficie de las células rojas. Los tipos de sangre pueden ser evaluados utilizando kits rápidos para tipificación sanguínea (Madriz, 2014). En la actualidad existen diferentes tipos de pruebas rápidas y precisas para determinar el tipo de grupo sanguíneo al que pertenece cada individuo, para este estudio se utilizará el Quick Test de Alvedia por su fácil utilización y exactitud.

La mayor importancia de hacer una tipificación sanguínea es para lograr realizar una correcta transfusión sanguínea, con las menores complicaciones. Dichas transfusiones sanguíneas son cada vez más frecuentes en la medicina veterinaria y han tomado un papel importante en el soporte de pacientes, ya que se usan como tratamiento de algunas patologías como anemia, hipovolemia, trastornos de la coagulación, hemorragias severas, entre otros (Valencia y Vanegas, 2019). Por lo tanto, existe una necesidad de tipificar los grupos de sangre de forma rápida y precisa con el fin de asegurar una transfusión segura y eficiente.

“La posibilidad de la tipificación sanguínea y el fácil acceso a los derivados sanguíneos contribuye mucho en este medio permitiendo prestar mejores cuidados en una mayor variedad de enfermedades” (Ferreira *et al.*, 2008).

### 3.12. Valores de referencia del jaguar

El jaguar es una especie de gran interés, por lo tanto, existe una variedad de investigaciones, sin embargo, estas son en su mayoría sobre la historia e importancia del mismo, por ende, los valores hematológicos de referencia de la especie no son tan numerosos.

Según Pérez (2012) los rangos de referencia obtenidos a través del muestreo de su estudio promedian entre: hematocrito 36 - 40 %, hemoglobina 10.8 – 12.8 g/dl, eritrocitos 6.8 – 7.9\*10<sup>6</sup>/mm<sup>3</sup>, VCM 47.7 - 61.8 fl, HCM 14 - 16.2 pg, CHCM 26.7 – 30.3 g/dl, leucocitos 10 - 17.2 \*10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup>, Plaquetas 232 – 353 mm<sup>3</sup>, neutrófilos 65 – 94%, linfocitos 5 – 33%, eosinófilos 1 – 5%, monocitos 0 – 1%, basófilos 0%.

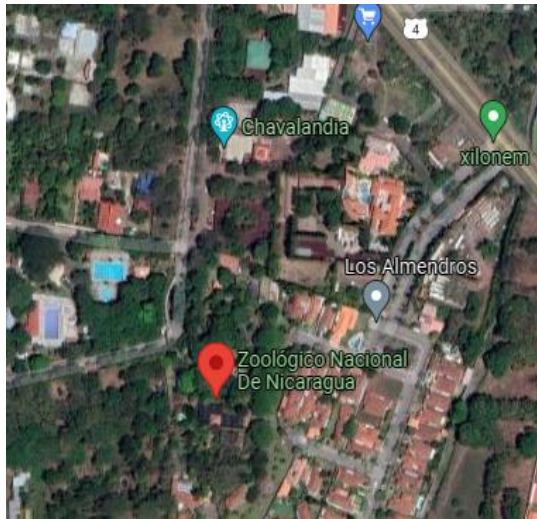
Cabe mencionar que dichos valores son una media de resultados que se obtuvieron al muestrear una cantidad específica de jaguares adultos en el estudio de Pérez (2012), sin embargo, no son valores que estén establecidos oficialmente como rangos de referencias sanguíneos en jaguares. Así mismo no se conocen referencias de jaguares en etapa pediátrica, ya que las investigaciones son prácticamente nulas.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del área de estudio

#### 4.1.1. Macrolocalización

El estudio se realizó en el Zoo Nicaragua, el cual se encuentra ubicado en el municipio de Ticuantepe, departamento de Managua, Nicaragua.



Fuente: Google Maps

Figura 1. Macrolocalización del Zoo Nicaragua.

#### 4.1.2. Microlocalización

Geográficamente el área de estudio está ubicada en las coordenadas 12° 02' 26.04" latitud norte y -86° 11' 34.8" longitud oeste, en el kilómetro 16 de carretera a Masaya. Debido a su posición geográfica, el clima presente en la zona del Zoo Nicaragua es tropical; durante el transcurso del año la temperatura generalmente varía de 20 °C a 33 °C (Barrios, 2017).

### 4.2. Descripción del área de estudio

La zona en la que se encuentra el área de estudio posee temperaturas cálidas durante casi todo el año y se caracteriza por poseer una estación seca y una lluviosa, se considera un bosque seco tropical con suelos de tipo franco-arcillosos. El Zoo Nicaragua es una institución sin fines de lucro que labora desde el 24 de Septiembre de 1997, que ama la naturaleza y que hace esfuerzos por educar, cuidar y conservar a animales en cautiverio (Barrios, 2017).

#### **4.2.1. Áreas de trabajo**

Zoo Nicaragua cuenta con diferentes áreas de trabajo en las cuales se mencionan: área de preparación de alimentos o bodega; área de clínica; área de mariposario; área de Centro de rescate; espacios de exhibición de los animales; salón educativo y biblioteca. Las especies animales que se contemplan son más de 600 entre las que podemos encontrar aves, mamíferos y reptiles (Vianica.com, s.f.).

### **4.3. Manejo de los jaguares en el Zoo Nicaragua**

#### **4.3.1. Alimentación**

La alimentación de los jaguares en el zoológico consiste en carne, principalmente fetos de bovinos previamente eviscerados y en algunas ocasiones carne de equino, ovinos, entre otros; suministrada en raciones de aproximadamente 5 libras al día en horarios de 3–4 p.m.

#### **4.3.2. Plan sanitario**

##### ***Manejo preventivo***

Este consiste en desparasitar y vitaminar, en donde la desparasitación es realizada cada 2 meses o antes de tiempo; en caso de presentarse algún indicio de parasitosis; el producto utilizado es panacur, cuyo principio activo es fenbendazol a una dosis de 50 mg/kg de peso en tabletas o prazimectina plus a una dosis de 1 tableta por cada 10 kg de peso. También se utiliza como desparasitante fenacur a base de fenbendazol y citrato de hierro a dosis de 50 mg/kg de peso. La vitaminación es realizada únicamente en hembras gestantes, los fármacos utilizados son vitamina B12 a una dosis de 5ml. No se aplican vacunas en ninguno de los jaguares (Barrios, 2017).

#### **4.3.3. Cantidad de jaguares**

En el zoo Nicaragua podemos encontrar ocho ejemplares de jaguares, dichos animales se pueden dividir en una pareja juvenil, una pareja en reproducción y cuatro adultos, de estos últimos, dos están activos y los otros dos son geriátricos. Seis de los jaguares están entre las edades de dos años y cuatro años y los otros dos sobrepasan los 10 años de edad. Para este estudio se seleccionaron cuatro ejemplares cuyas edades corresponden a: Jaguar 1 (ocho meses), jaguar 2 (siete años), jaguar 3 y 4 (dos meses).

#### 4.4. Diseño metodológico

El presente estudio es una investigación no experimental, de tipo transversal, de carácter descriptivo en donde los datos analizados son de una misma población. La Metodología de este estudio consistió en la selección de jaguares que cumplieran con los requisitos establecidos para la selección de donantes para transfusiones sanguíneas, así como también se llevó a cabo la realización del muestreo de los jaguares escogidos con el fin de realizar la tipificación de los grupos sanguíneos existentes, en donde se espera establecer una lista de posibles donantes de los animales presentes en el Zoo Nicaragua y de esta forma tener la posibilidad de utilizar estos datos para la conservación de la fauna.

#### 4.5. Exploración clínica en grandes felinos

Según Herrera *et al.* (2018) para la exploración clínica en jaguares a diferencia que, en animales domésticos, se requieren de medidas de seguridad muy estrictas, ya que, por ser animales silvestres existen mayores riesgos tanto para el felino como para el personal, dentro de estas medidas hay distintos métodos de contención como el físico y el químico.

##### 4.5.1. Métodos de contención

Antes de intentar inmovilizar a cualquier animal salvaje o administrar una droga, la primera preocupación debe ser la seguridad del ser humano y la segunda asegurar la buena salud del animal, para esto se necesitan de herramientas que faciliten la contención física, tales como: Guantes; redes; domadores o varas de control; jaulas de contención y tablas de barreras, de igual manera para la contención química se requieren de equipos como varas de inyección y dardos (Anexo 1 y 2), así como los fármacos a utilizar (Herrera *et al.*, 2018).

##### *Contención física*

Herrera *et al.* (2018) afirma que “La contención física consiste en inmovilizar a los animales a través de instrumentos o herramientas físicas. El método de contención utilizada deberá ser seleccionado dependiendo de la edad, sexo y tamaño del animal”

### ***Contención química***

La contención química siempre ha constituido riesgos para los veterinarios y los especímenes, estos últimos pueden ser lastimados e incluso llegar a morir si no son manejados adecuadamente. Los fármacos utilizados deben estar orientados para tranquilizar e inmovilizar a los animales, estos son similares a los que se ocupan en felinos domésticos, tales como ketamina, xilacina, midazolam, entre otros. La administración es por vía intramuscular, para el caso de estos felinos la combinación de xilacina y ketamina proporcionan una excelente inmovilización (Herrera et al., 2018).

#### **4.6. Determinación del protocolo anestésico a utilizar**

La elección del protocolo se basa en la condición física del animal y también depende del procedimiento que se llevará a cabo en el ejemplar, es decir si lo único que se precisa hacer en el animal es la toma de muestras, no es necesario utilizar un coctel tan fuerte. Siempre que se va a realizar contención química en los animales del zoológico se requiere que estos sean sometidos a ayuno 12 horas previas al procedimiento.

El protocolo anestésico utilizado en este estudio es el coctel de ketamina 10% + xilacina 2% a dosis de 11mg/kg de ketamina (1 ml/10kg) + 1.1mg/kg de xilacina (0.5 ml/10 kg), dichas dosis son las establecidas para felinos domésticos (Plumb, 2005).

“En felinos la combinación de xilacina/ketamina provoca una anestesia más profunda con un efecto respiratorio y cardíaco más acusado y un periodo de recuperación mayor que la combinación de acepromacina/ketamina” (Zoetis Spain, S.L., s.f).

Una vez terminado el muestreo y procedimiento se suministró una dosis de vitamina B12 vía intravenosa y una dosis de inmunoestimulante: caseína y lactosa (Proteizoo Plus).

#### 4.7. Criterios de selección para donantes del Zoo Nicaragua

Los datos evaluados fueron analizados en base a los criterios para la selección de donantes en transfusiones sanguíneas (Navarro, 2022). Dentro de estos se encuentran:

- ✓ Edad: Animales mayores a 10 años no deben ser considerados donantes
- ✓ Estado fisiológico: No se deben usar hembras gestadas como donantes, ya que la extracción puede provocar un estrés indeseable en la madre y los fetos
- ✓ Enfermedades autoinmunes e infectocontagiosas: Deberán estar libres de enfermedades (Ej.: FiV/FeLV) y parasitosis, especialmente de aquellas que pueden ser transmitidas en la sangre
- ✓ Existen pruebas que son necesarias para la selección del donante tales como: hemogramas, rastreo de hemoparásitos y tipificación

Cumpliendo con los dos primeros criterios antes mencionados (edad y estado fisiológico) se seleccionaron los cuatro candidatos con la finalidad de completar las fichas para selección de donantes (Anexo 3) y así llevar a cabo la toma de muestra y realizar las pruebas necesarias.

#### 4.8. Procedimiento para la toma de muestra sanguínea

El análisis de sangre es una técnica muy habitual en la clínica aportando mucha información para orientar el diagnóstico y llegar a un pronóstico en el desarrollo de una enfermedad, sin embargo también se pueden realizar para conocer el estado general del paciente (Pereira, 2021).

Para llevar a cabo la toma de muestra sanguínea, algunas veces es necesario rasurar la piel para visualizar mejor la vena, sin embargo, en jaguares no se realiza este paso ya que se debe ser rápido al momento de la extracción y evitar retrasos lo más que se pueda. La extracción sanguínea se puede hacer desde la vena cefálica, femoral o safena, no obstante, la mejor elección es la vena safena (Pereira, 2021).

Para este procedimiento se utilizó el método de venopunción explicado en el estudio de Pereira (2021) con los siguientes pasos:

- ✓ Selección de la vena: En este caso vena femoral
- ✓ Asepsia de la zona: Se procedió a limpiar la zona de venopunción con alcohol para identificarla mejor y eliminar la contaminación macroscópica de la piel y el pelo
- ✓ Realización del torniquete: Se fijó la vena utilizando los dedos de la mano no dominante
- ✓ Flebotomía: Se introdujo la aguja con el bisel mirando hacia arriba en el mismo sentido que el flujo sanguíneo corre por la vena, con un ángulo de 30° (Anexo 4). Tras la aparición de sangre entre la aguja y la jeringa y se aspiró suavemente, para evitar la ruptura de glóbulos rojos (hemólisis) y el colapso de la vena (vena flebada), hasta que se obtuvo la cantidad de muestra sanguínea necesaria
- ✓ Cantidad de sangre obtenida: La cantidad de sangre extraída fue de 2ml, tras la flebotomía se realizó el traslado de la sangre a un tubo EDTA con el cuidado requerido (se retiró la aguja disminuyendo gradualmente la velocidad de flujo de sangre hacia el tubo, evitando la formación de espuma) y para finalizar se homogenizó suavemente el anticoagulante con la sangre.

#### 4.9. Procedimiento de Biometría Hemática completa

Tomando como referencia los procedimientos plasmados en el Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio de Gallo (2014), se inició la BHC:

Con una pipeta automática se agregó 380  $\mu$ l de solución de turk en uno de los tubos, 380  $\mu$ l de solución plaquetaria en otro y 20  $\mu$ l de la muestra de sangre a cada uno. Se llenó un tubo capilar a un 75%, posteriormente se realizó el sellado con cera y se colocó en una microcentrífuga durante 5 min. Luego se observó en el lector de hematocrito (Anexo 5).

En una cámara de Neubauer se colocaron 10  $\mu$ l de la solución de plaquetas y 10  $\mu$ l de la solución de GB, se incubaron en una placa Petri con papel toalla húmeda por 15 minutos y luego se procedió a hacer el conteo en el microscopio. Glóbulos blancos en 10x y plaquetas en 40x.



Se colocó una gota pequeña de la muestra en un porta objeto y se hizo el extendido periférico secándolo después en una superficie plana, luego de esto se fijó la lámina con metanol durante 5 minutos y luego se le dio un tiempo para el secado más adelante se aplicó la solución de diff quick y se lavó la lámina procediendo al secado, una vez se observó en el microscopio a 100x con aceite de inmersión, realizando en este paso el conteo diferencial y el rastreo de hemoparásitos (Anexo 6).

#### 4.10. Procedimiento de tipificación sanguínea

La tipificación sanguínea se realizó con los test de Laboratorios Alvedia (Easy Quick Test A + B, Lot strip EQT-F, ALV-F-128, Buffer: QBTBF033, Exp: 06/2023) (Anexo 7), siendo este estudio el primero en utilizar este tipo de prueba en jaguares.

Primeramente se homogenizo la muestra, se añadieron 3 gotas de la solución de buffer en el recipiente vacío proporcionado por el test, para posteriormente introducir la tira recolectora en el tubo con 10  $\mu$ l de sangre entera, luego esta tira se mezcló por 7 segundos en el recipiente que contiene el buffer (Anexo 8), en donde a continuación se separó en dos la parte plástica del dispositivo para inserta la membrana en el recipiente con buffer y esperar hasta que se complete la migración (2 – 5 minutos) (Anexo 9), después se colocó nuevamente en su lugar la parte plástica del dispositivo para leer los resultados.

En caso de que los resultados sean tipo de sangre A, la línea A y la línea de control (C) aparecerán en la ventana de resultados, para tipo de sangre B, la línea B y C aparecerán en la ventana de resultados y para sangre AB se marcaran las tres líneas. Los resultados se considerarán inválidos cuando la migración no se complete y no se marque la línea de control (C) (Alvedia, 2021).

#### 4.11. Procedimiento de prueba cruzada mayor

Para iniciar este proceso se rotularon los tubos para lograr la diferenciación de las muestras escogidas al azar (donante y receptor) (Díaz, 2020).

Lavado de Eritrocitos (donante):

- ✓ Primero se colocaron 3 gotas de sangre entera y 4ml de solución salina en el tubo de ensayo (Anexo 10)
- ✓ Se procedió a colocar los tubos en la centrifuga a una velocidad de 3300 rpm por un tiempo de 5 minutos
- ✓ Una vez pasado el tiempo en la centrifuga se retiró la solución salina de los tubos para añadir nuevamente suero fisiológico y de esta forma eliminar cuerpos inespecíficos. Este proceso se realizó tres veces y por último se centrifuga la sangre del receptor para separar el plasma.

Combinación final de eritrocitos:

- ✓ Se colocó tres gotas de sangre del donante y dos gotas de plasma del receptor, se homogeniza y se centrifuga finalmente por 15 segundos
- ✓ Se ubica el tubo de ensayo de manera horizontal en una superficie plana y se deja reposar por 15 minutos. A continuación, se observa si existe aglutinación y para finalizar se observa en el microscopio si hay hemolisis

Cuadro 1. Materiales utilizados en los procedimientos

<b>Equipos</b>	<b>Soluciones</b>	<b>Materiales de reposición</b>	<b>Otros</b>
Microscopio	Diferenciador de células Solución Türk	Jeringas Capilares	Easy Quick Test Alvedia
Centrifuga	Contador Oxalato de amonio	Tubos EDTA Pipetas pasteur	
Microcentrifuga	Lector de hematocrito Tinción de Diff Quik	Porta objetos Tubos de borosilicato	
Cámara de neubauer	Pipetas automáticas Solución salina	Cubre objetos Cera selladora	
Homogenizador	Temporizador Aceite de inmersión	Placa Petri Algodón con alcohol	

Fuente propia

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través del muestreo realizado a los cuatro jaguares dentro de las edades de 2 meses hasta 7 años [Jaguar 1 (8 meses), jaguar 2 (7 años), jaguar 3 y 4 (2 meses)] seleccionados para ser futuros donantes del Zoo Nicaragua se exponen a continuación:

### 5.1. Descripción de los hallazgos hematológicos

De las cuatro muestras analizadas se observan valores hemáticos dentro de los rangos de referencia tales como hematocrito de 30 – 39%, hemoglobina 10 - 13, eritrocitos 4.4 – 6.5/mm<sup>3</sup>, VCM 56.92 – 68.18fl, HCM 18.97 – 22.72pg, CHCM 33.33g/dl, leucocitos 11.2 – 19.4/mm<sup>3</sup>, Plaquetas 281 – 438 mm<sup>3</sup>, neutrófilos 66 – 82%, linfocitos 7 – 19%, eosinófilos 0 – 7%, monocitos 3 – 13%, neutrófilos en banda 0 – 2% y basófilos 0% (Véase tabla 1).

Cuadro 2. Hallazgos Hematológicos

Parámetro	Valores encontrados				Valores de referencia	Unidad de medida
	Jaguar 1	Jaguar 2	Jaguar 3	Jaguar 4		
Hematocrito	39	37	30	30	36 - 40	%
Hemoglobina	13	12	10	10	10.8 - 12.8	g/dL
VCM	60.94	56.92	67.57	68.18	47.7 - 61.8	fL
MHC	20.31	18.97	22.52	22.73	14 - 16.2	Pg.
MCHC	33.33	33.33	33.33	33.33	26.7 - 30.3	g/dL
Eritrocitos	6.4	6.5	4.4	4.4	6.8 - 7.9	10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>
Leucocitos	19.4	11.2	12.4	13.4	10 - 17.2	10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>
Plaquetas	281	321	438	392	232 - 353	mm <sup>3</sup>
Diferencial de leucocitos						
Monocitos	5	3	10	13	0 - 1	%
Linfocitos	7	14	12	19	5 - 33	%
Basófilos	0	0	0	0	0	%
Eosinófilos	7	2	2	0	1 - 5	%
Neutrófilos	82	81	66	67	65 - 94	%
Neutrófilos Banda	0	0	1	2	0 - 2	%

## 5.2. Resultados de las pruebas de tipificación (Easy Quick test de Alvedia)

- Muestra 1 (Jaguar 1):

Línea C: no se marcó. Línea A: Marcada (Anexo 11)

- Muestra 2 (Jaguar 2):

Línea C: no se marcó. Línea A: Marcada (Anexo 11)

- Muestra 3 (Jaguar 3):

Línea C: no se marcó. Línea A: Marcada (Anexo 12)

- Muestra 4 (Jaguar 4):

Línea C: no se marcó. Línea A: Marcada (Anexo 13)

## 5.3. Interpretación de resultados

Se obtuvieron valores fuera de los rangos de referencia en el jaguar 3 y 4, sin embargo, se considera que esto se debe a sus edades (2 meses) y los valores referenciados en la tabla 2 pertenecen a jaguares adultos, dichos valores no están establecidos oficialmente, sino que pertenecen a una media determinada por un muestreo realizado a cierta cantidad de ejemplares en otros estudios, así mismo se desconocen valores en cachorros. Debido a esto se sugiere la vitaminación preventiva de los animales seleccionados en este estudio para poder ser ingresados a la lista de futuros donantes.

Las pruebas de tipificación realizadas no permitieron identificar el tipo sanguíneo de los animales muestreados, ya que, durante la realización del procedimiento del Easy Quick test de Alvedia la línea de control (C) no se marcó dando como resultado una prueba inválida, sin embargo, tras aparecer en la ventana de resultados la línea A en las cuatro muestras, se determinó llevar a cabo las pruebas de compatibilidad, en donde no se observó aglutinación (Anexo 14) y al microscopio se logró observar eritrocitos sin lisis, ni agrupaciones (Anexo 15) mostrando la compatibilidad entre: jaguar 1 / jaguar 2 y jaguar 3 / jaguar 4, lo cual confirma que pertenecen al mismo grupo sanguíneo.

Tras los resultados obtenidos se decidió comparar mediante el Easy Quick test de alvedia la tipificación sanguínea en ocelotes (*Leopardus pardalis*) para determinar si el test es compatible con felinos silvestres dando como resultado 4 pruebas validas después de haberse marcado la línea C, perteneciendo todos al mismo grupo sanguíneo (Tipo A) (Anexo 16).

En el presente estudio se logró determinar la compatibilidad entre los jaguares muestreados más no se logró constatar el tipo sanguíneo al que pertenecen, dichos animales podrían ser valorados y seleccionados para posibles donadores realizando antes pruebas válidas de tipificación. Cabe destacar que es necesaria la realización de otros estudios utilizando las diferentes pruebas de tipificación existentes, ya que la información es escasa y no permite conocer con exactitud a que grupo sanguíneo pertenece cada ejemplar.

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró la identificación de jaguares que cumplen con los requisitos para la selección de donantes.
- ✓ No se consigue determinar el grupo sanguíneo en jaguares del centro de reproducción del Zoológico Nacional de Nicaragua.
- ✓ Se realizó la evaluación hematológica a los jaguares del centro de reproducción del Zoológico Nicaragua, en donde se obtuvieron valores fuera de los rangos de referencia en el jaguar 3 y 4, sin embargo, se considera que esto se debe a sus edades que corresponden a 2 meses y los valores referenciados pertenecen a jaguares adultos.
- ✓ Se considera que el Easy Quick Test BT A+B no es una prueba que pueda ser utilizada para la tipificación de jaguares (*Panthera Onca*), sin embargo, presenta validez en ocelotes (*Leopardus pardalis*).
- ✓ Se observa la compatibilidad sanguínea entre los ejemplares seleccionados, siendo esto un requisito importante para la ejecución de una exitosa transfusión sanguínea.
- ✓ No se eligen donantes sanguíneos tras obtener resultados inválidos utilizando la técnica de inmunocromatografía a través del Easy Quick Test BT A+B.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la realización de otros estudios utilizando diferentes pruebas de tipificación para la obtención de más información en jaguares.
- ✓ Comparar hematológicamente (tipificación) otras especies de félidos salvajes del continente tales como: Ocelotes (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) y otros grandes felinos como: puma (*Puma concolor*).
- ✓ Establecer valores hematológicos en otras especies de felinos silvestres, a través de pruebas complementarias para instaurar rangos de referencias sanguíneos de manera oficial.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Alvedia. (2021). *Quick Test BT A + B: Feline procedure for blood typing test*.  
[https://www.alvedia.com/wp-content/uploads/2021/06/UG\\_QT\\_BT\\_F\\_A6-web-1.pdf](https://www.alvedia.com/wp-content/uploads/2021/06/UG_QT_BT_F_A6-web-1.pdf)
- Barrios, J. (abril, 2017). *Prevalencia de parásitos gastrointestinales en félidos silvestres hacinados en el zoológico de Managua, Nicaragua período 2014 al 1er trimestre del 2017* [Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria].  
<https://repositorio.una.edu.ni/3490/1/tnl73b276.pdf>
- Ceballos, G., List, R., Medellín, R., Bonacic, C., y Pacheco, J. (2010). *Los felinos de América, cazadores sorprendentes*.  
[https://www.researchgate.net/publication/277019372\\_Los\\_felinos\\_de\\_America\\_Cazadores\\_sorprendentes](https://www.researchgate.net/publication/277019372_Los_felinos_de_America_Cazadores_sorprendentes)
- Clavijo, A., y Ramírez, G. (junio, 2009). Taxonomía, distribución y estado de conservación de los felinos suramericanos: revisión monográfica. *Boletín científico del centro de museos, Museo de historia natural*, 13(2), 43-60.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a03.pdf>
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (Apéndice I de junio de 2013). <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2013/S-Appendices-2013-06-12.pdf>
- Díaz, I. (2020). *Determinación de compatibilidad sanguínea por medio de pruebas cruzadas en caninos ("canis lupus familiaris") en la ciudad de huaquillas*.  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16126/1/TTUACA-2020-MV-DE00010.pdf>
- Ferreira, R., Lobo, L., Guimarães, A. & J. F. de Matos, A. (2008). Transfusões sanguíneas em animais de companhia: reacções transfusionais. *Veterinary medicine*. 57 – 67.  
<http://bichosonline.vet.br/wp-content/uploads/2015/02/Transfusoes-sanguineas-em-animais-1.pdf>
- Fundación jaguar. (2015). *Enfermedades infecciosas y parasitología del jaguar*.  
<https://fundacion-jaguar.org/proyectos.php>



- GestaciónDe.com. (s.f). *La gestación y reproducción del jaguar*.  
<https://www.gestacionde.com/del-jaguar/#:~:text=Las%20caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20reproducci%C3%B3n,reproducirse%20en%20su%20entorno%20natural>.
- Google Maps. (2022). *Datos del mapa*.  
<https://www.google.es/maps/place/12%C2%B002'26.0%22N+86%C2%B011'34.8%22W/@12.0405929,-86.192013,729m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x8f47681ebcda74f6!8m2!3d12.0405667!4d-86.193?hl=es>
- Herrera, J., Landa, S., González, J., Camarillo, R., Gual, F. (2018). *Métodos para contención de felinos silvestres en cautiverio. Contención física y química*. Casa abierta al tiempo Universidad Autónoma Metropolitana.  
<https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Felinos.pdf>
- Incer, J. (s.f). *La vida silvestre en Nicaragua*.  
<http://repositorio.uca.edu.ni/2243/1/La%20vida%20silvestre%20en%20Nicaragua.pdf>
- Londaiz, J. (s.f). *Guía ilustrada. Felinos salvajes del mundo*. Londaiz Laborde ediciones.
- Madriz, E. (2014). *Manual de procedimientos para transfusiones sanguíneas en caninos* [Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria].  
<https://repositorio.una.edu.ni/3239/1/tnl70m183.pdf>
- Medina, A. (2018). Libro rojo de los mamíferos de Nicaragua. *Revista nicaragüense de biodiversidad*, 30(1), 11 – 19. <http://www.bio-nica.info/RevNicaBiodiv/30-ListaRojaMamiferosNicaragua.pdf>
- Morales, L., y Mendoza, C. (2000). *Manejo de felinos en cautiverio*. Diseño y publicidad gráfica Lázaro Cárdenas S.A.
- Navarro, O. (7 – 23 de junio 2022). *Hemoderivados, obtención y utilidad terapéutica* [Discurso principal]. Conferencia Online.

- Noroña, J., y Sandoval, S. (2010). Tipificación de grupos sanguíneos en alpacas en la comunidad de guangaje sector casa quemada [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/692>
- Pereira, N. (2021). *Elaboración de un Manual de Manejo y Toma de Muestras en Fauna Silvestre para la Reserva Natural Cabildo Verde en Sabana de Torres* [Tesis de pregrado, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/5466/1/Elaboraci%C3%B3ndeunmanuaLde manejoytomademuestrasenCabildoVerde.pdf>
- Pérez, S. (2012). *Valores hematológicos y bioquímica sanguínea de otorongos (panthera onca) mantenidos en cautiverio en el zoológico parque natural Pucallpa* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/797/TZT-564.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Plan de Supervivencia de Especies de Jaguar de la AZA (2016). *Manual para cuidado de jaguares (Panthera onca)*. [https://assets.speakcdn.com/assets/2332/jaguar\\_care\\_manual\\_spanish\\_alpza.pdf](https://assets.speakcdn.com/assets/2332/jaguar_care_manual_spanish_alpza.pdf)
- Plumb, D. (2005). *Plumb's Veterinary Drug Handbook*. (5ª ed.). Blackwell publishing.
- Quigley, H., Foster, R., Petracca, L., Payan, E., Salom, R. & Harmsen, B. (2018). *Panthera onca, Jaguar*. <https://www.iucnredlist.org/species/pdf/123791436>
- Santana, Y., y Zhyvyenko, D. (2018). *Determinación de Eficiencia entre Prueba Rápida de Tipificación Sanguínea y La Prueba de Cruzamiento de Sangre en Felinos Domésticos* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. <https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/1194/Determinacio%cc%81n%20de%20eficiencia%20entre%20prueba%20ra%cc%81pida%20de%20tipificacio%cc%81n%20sangu%cc%81nea%20y%20la%20prueba%20de%20cruzamiento%20de%20sangre%20en%20Felinos%20Dome%cc%81sticos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Valencia, K., y Vanegas, C. (2019). *Tipificación de grupos sanguíneos en caninos que ingresan al Centro de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad CES* [Tesis de pregrado, Universidad CES].  
<https://repository.ces.edu.co/bitstream/10946/4652/2/Tipificaci%C3%B3n%20Grupos%20Sangu%C3%ADneos%20Caninos.pdf>
- Vianica.com Explore Nicaragua en línea (s.f). *Jaguar*.  
<https://vianica.com/sp/animales/mamiferos/gatos/355#:~:text=En%20Nicaragua%20est%20extinto%20en,Reserva%20de%20la%20Biosfera%20Bosaw%20A1s>.
- World Wildlife fund. (s.f). *Plan jaguar 2030*.  
[https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/cbd\\_cop14\\_jaguar\\_brief\\_espanol.pdf](https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/cbd_cop14_jaguar_brief_espanol.pdf)
- Zoetis Spain, S.L. (s.f). *Ketaset 100 mg/ml: solución inyectable*.  
[https://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/p/3176+ESP/P\\_3176+ESP.pdf](https://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/p/3176+ESP/P_3176+ESP.pdf)

# **IX. ANEXOS**

## Anexo 1. Contención química



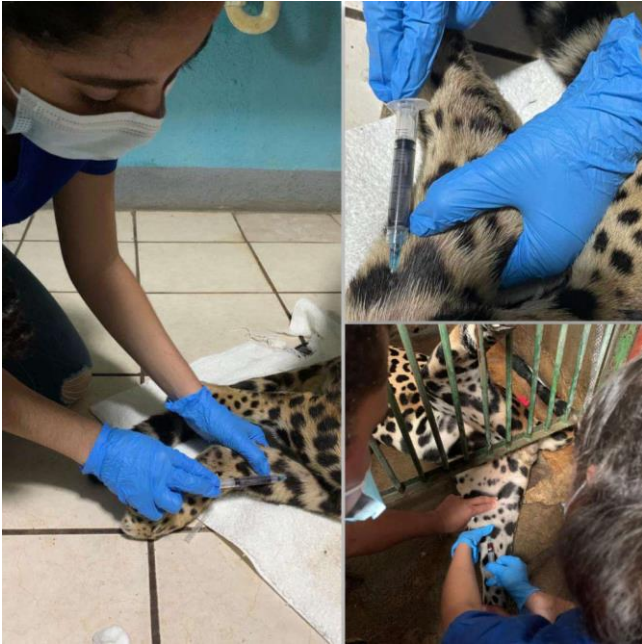
## Anexo 2. Equipo de contención química



Anexo 3. Ficha para selección de donante

FICHA PARA SELECCIÓN DE DONANTES			
<b>Nombre:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Edad:</b>		<b>Especie:</b>	
<b>Sexo:</b>	H <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<b>Peso :</b>	
Pruebas complementarias			
<b>BHC</b>	<b>Dentro de los valores de referencia</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	<b>Observaciones</b>	
<b>Tipo sanguíneo</b>	A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/>		
Apto para donante			
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			

Anexo 4. Toma de muestra sanguínea en vena femoral



Anexo 5. Lectura de hematocrito





## Anexo 6. Observación en el microscopio del extendido



## Anexo 7. Quick test para tipificación sanguínea de Laboratorios Alvedia





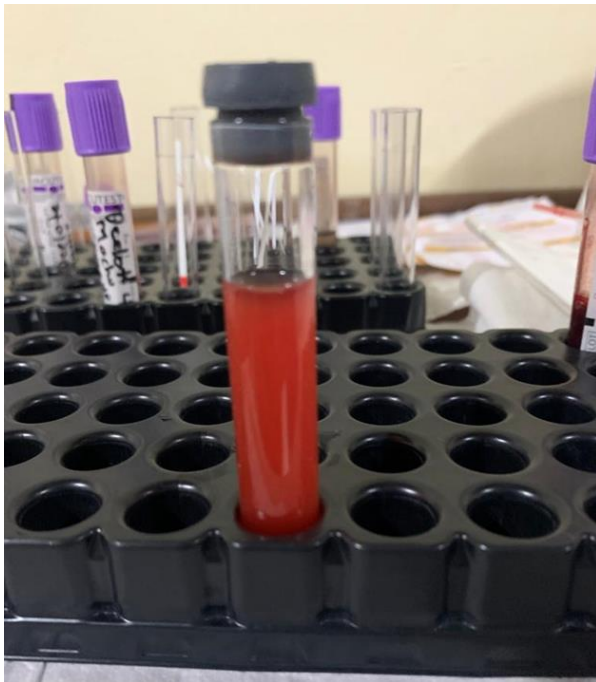
Anexo 8. Tipificación sanguínea (Tira recolectora)



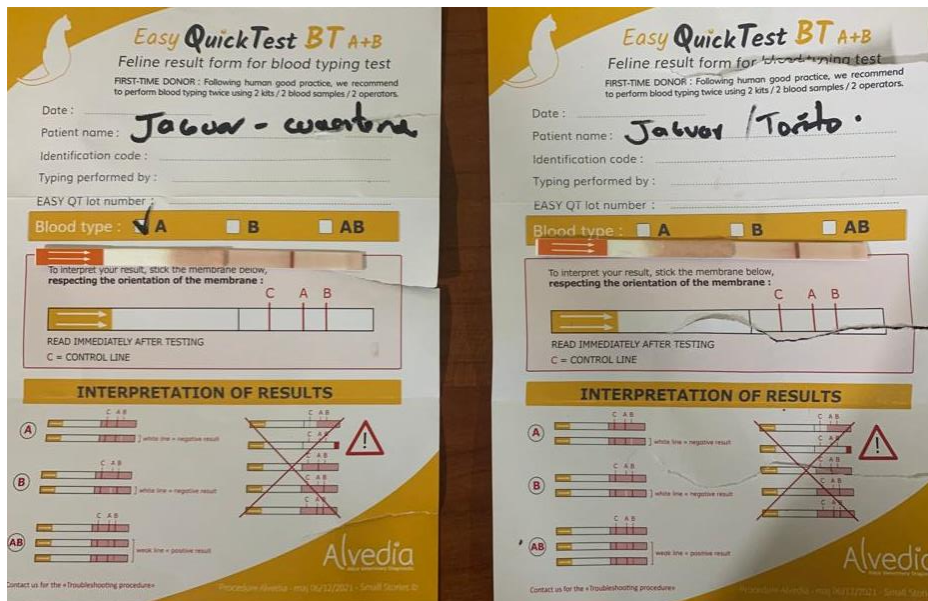
Anexo 9. Tipificación sanguínea (Migración)



Anexo 10. Prueba cruzada mayor (solución salina y sangre entera)



Anexo 11. Resultados Easy Quick Test (Jaguar 1 y jaguar 2)

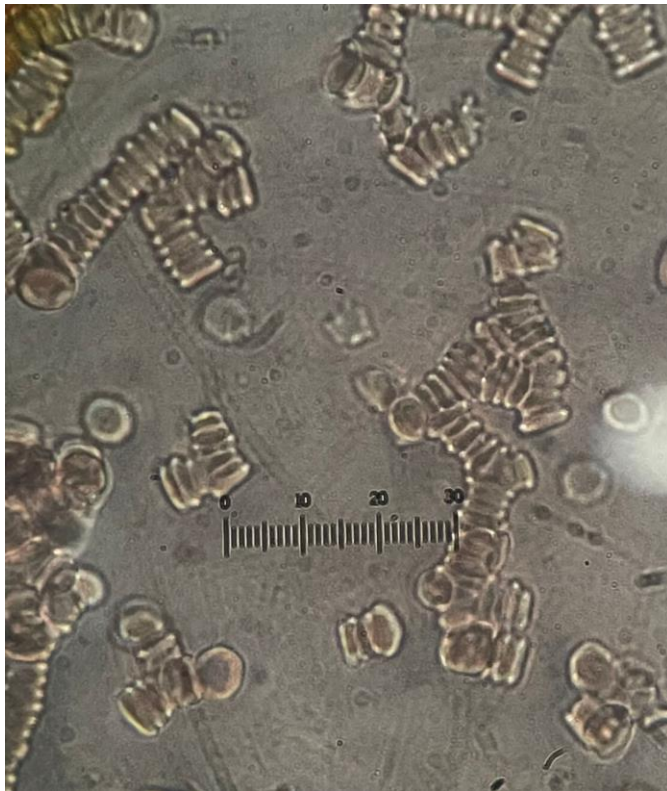




Anexo 14. Prueba de compatibilidad



Anexo 15. Prueba de compatibilidad (Eritrocitos sin lisis, ni agrupaciones)





Anexo 16. Resultados Easy Quick Test (Ocelotes)

