



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## DIRECCIÓN ESPECIFICA DE CIENCIA ANIMAL

### Trabajo de Tesis

**Análisis hematológico y compatibilidad sanguínea  
en aves psitaciformes (loros y guacamayos) en el  
zoológico Thomas Belt de Juigalpa como  
estrategia de salud y conservación animal**

### Autores

**Br. Gabriela Lisbeth Orozco Lizano  
Br. Hernán Adonis Cruz López**

### Asesor

**MV. Kenia Martínez Hernández**

**Managua, Nicaragua  
Agosto, 2025**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## DIRECCIÓN ESPECIFICA DE CIENCIA ANIMAL

### Trabajo de Tesis

**Análisis hematológico y compatibilidad sanguínea en aves psitaciformes (loros y guacamayos) en el zoológico Thomas Belt de Juigalpa como estrategia de salud y conservación animal**

#### Autores

**Br. Gabriela Lisbeth Orozco Lizano**  
**Br. Hernán Adonis Cruz López**

#### Asesor

**MV. Kenia Martínez Hernández**

**Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Médico Veterinario**

**Managua, Nicaragua**  
**Agosto, 2025**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la dirección específica de ciencia animal como requisito final para optar al título profesional de:

Licenciatura en Medicina Veterinaria

---

Miembros del Comité Evaluador

MV. Miguel Henríquez Dipp MSc  
Presidente

Lic. Karina Galeano Pérez  
Secretaria

MV. William Oporta Peréz MSc  
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 13 de agosto del 2025

---

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar a este día y sea él guiándome por el camino que me tiene preparado como uno de sus hijos que tanto quiere.

A mis padres que siempre me alentaron y apoyaron a seguir adelante a pesar de mis tropiezos siempre han sido paciente, brindando su mano cariñosa a ellos le debo eternamente este logro son una de mis mayores motivaciones.

A mis dos hermanas por hacerse cargo de mí, cuidarme y mantenerme en el camino correcto, aprendí mucho de ellas.

A mi novia que me ha acompañado todos estos años de carrera, siendo mi compañera de travesuras y también una gran motivación.

*Hernán Adonis Cruz López*

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía constante, darme la fortaleza en los momentos de dificultad y por concederme la oportunidad de culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo inquebrantable, por creer en mí, incluso cuando yo dudaba, y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y perseverancia.

A todas las personas que de una u otra forma han aportado su tiempo, conocimientos y palabras de aliento, gracias a ustedes este trabajo es una realidad.

*Gabriela Lisbeth Orozco Lizano*

## **AGRADECIMIENTO**

Primera y primordialmente a Dios por estar siempre ahí guiándome en todos los caminos que elijo siendo, misericordioso que no me abandona ya que no soy perfecto.

A mis padres Hernán Cruz y Alba López que siempre que han sido mi motor en todo, deseo poder recompensar algún día tanto que me han dado sin a pesar de mis desvíos siempre son ellos que me dan la fortaleza para seguir fiel a mis creencias un ejemplo a seguir.

Mi novia Lucía Arias Martínez que siempre creyó y creen en mí, mi acompañante en las buenas y en las malas, muy inteligente y que me inspira a ser lo mejor que pueda.

A mi compañera de tesis que ha sido de gran ayuda para poder realizar esta investigación.

La doctora Fredda Ramírez por guiarnos toda la carrera y enseñarnos sobre todo su conocimiento de igual forma estar presente ante cualquier dificultad facilitando nuestro crecimiento.

Al doctor Omar Navarro reyes por su tiempo, apoyo, consejo, gracias a su gran experiencia y capacitación se logró culminar este estudio.

A la doctora Kenia Martínez por ayudarnos a culminar esta última etapa en la universidad que nos vio crecer.

Al Zoológico Thomas Belt por su confianza en este proyecto que esperamos pueda ser de utilidad y que habrá puertas a nuevas ideas a fin de preservar animales.

***Hernán Adonis Cruz López***

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios, ABBA PADRE, por haberme dado la vida, la fortaleza y la sabiduría para culminar esta etapa tan importante. Su presencia ha sido mi guía constante en los momentos de incertidumbre y dificultad, y fuente inagotable de esperanza.

A mis padres Mario Orozco y Rosa Lizano, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Gracias por ser mis pilares más fuertes, creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por estar siempre presentes en cada paso que doy.

A mi novio Josué Palma, por su amor, comprensión y aliento en cada momento. Por estar, celebrar mis logros y sostenerme en los días difíciles. Tu apoyo ha sido fundamental para llegar hasta aquí. Mi compañero de tesis, por tu dedicación, por compartir conmigo cada reto, aprendizaje y logro durante este proceso.

A la doctora Fredda Ramírez, por su dedicación, paciencia y compromiso. Su orientación académica y sus valiosos consejos no solo enriquecieron este trabajo, sino también mi formación profesional.

Al Dr. Omar Navarro, su gran apoyo en la realización y culminación de este trabajo. Gracias por siempre brindarnos una mano y compartirnos sus conocimientos.

A la doctora Kenia Martínez por su apoyo en las últimas etapas de esta investigación.

A todos ustedes, mi gratitud profunda y sincera. Esta meta también es suya.

***Gabriela Lisbeth Orozco Lizano***

## INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	I
<b>AGRADECIMIENTO</b>	III
<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	V
<b>INDICE DE CUADROS</b>	VII
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	VIII
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	X
<b>ABSTRACT</b>	XI
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	2
<b>2.1. Objetivo general</b>	2
<b>2.2. Objetivos específicos</b>	2
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	3
<b>3.1. Generalidades de la especie psitácida</b>	3
3.1.1. Taxonomía	3
3.1.2. Características anatómicas	3
3.1.3. Distribución y origen	3
3.1.4. Alimentación	4
<b>3.2. Hematología aviar</b>	5
3.2.1. Células sanguíneas de las aves	5
3.2.2. Valores de referencia	6
3.2.3. Hematocrito	6
3.2.4. Anemia	6
3.2.5. Parásitos gastrointestinales y hemoparásitos en aves	7
<b>3.3. Medicina transfusional</b>	7
3.3.1. Transfusión importancia	7
3.3.2. Autotransfusión	8
3.3.3. Xenotransfusión	8
3.3.4. Paquetes Transfusionales	8
3.3.5. Criterios de Transfusión	10
3.3.6. Reacciones adversas de una transfusión sanguínea	10
3.3.7. Compatibilidad sanguínea	12
3.3.8. Grupos sanguíneos	12
3.3.9. Anticuerpos	13
<b>IV. MATERIALES Y METODOS</b>	14
<b>4.1. Ubicación de área de estudio</b>	14
<b>4.2. Diseño de la investigación</b>	15
<b>4.3. Duración del estudio</b>	15
<b>4.4. Criterio de selección</b>	15
<b>4.5. Población</b>	15
<b>4.6. Variables evaluadas</b>	16
4.6.1. Respuestas negativas	16

4.6.2. Respuestas positivas	16
4.6.3. Valores hematológicos	16
<b>4.7 Materiales y equipo</b>	<b>16</b>
<b>4.8. Contención y toma de muestras</b>	<b>17</b>
<b>4.9. Hemograma</b>	<b>17</b>
4.9.1 Hematócrito	17
4.9.2 Eritrocitos	18
4.9.3 Frotis sanguíneo	18
4.9.4 Leucocitos	18
4.9.5 Trombocitos	19
4.9.6 Conteo diferencial	19
4.9.7 Proteínas totales	19
<b>4.10. Pruebas Crossmatch</b>	<b>19</b>
4.10.1. Preparación solución de glóbulos rojos y plasma sanguíneo	19
4.10.2. Montaje de prueba mayor y prueba menor	20
4.10.3. Interpretación	20
<b>4.11. Análisis de datos</b>	<b>20</b>
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>21</b>
<b>5.1 Respuestas crossmatch positivas y negativas</b>	<b>21</b>
<b>5.2 Resultados de hemogramas</b>	<b>24</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>32</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>33</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	<b>34</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>38</b>

---

## INDICE DE CUADROS

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1. Talla promedio de guacamayas y loras</b>	<b>5</b>
<b>2. Valores hematológicos de referencia en aves <i>Ara spp</i> y <i>Amazona spp</i></b>	<b>6</b>
<b>3. Materiales</b>	<b>16</b>
<b>4. Resultado cuantitativo de todas las pruebas de compatibilidad sanguínea</b>	<b>21</b>
<b>5. Resultado de pruebas de compatibilidad entre diferentes especies</b>	<b>22</b>
<b>6. Pruebas de compatibilidad mayor entre mismas especies</b>	<b>23</b>
<b>7. Pruebas de compatibilidad menor entre mismas especies</b>	<b>23</b>
<b>8. Hemogramas de <i>Amazonas spp</i></b>	<b>25</b>
<b>9. Hemogramas de <i>Ara spp</i></b>	<b>26</b>

## INDICE DE FIGURAS

---

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1. Ubicación del zoológico Thomas Belt</b>	<b>14</b>
<b>2. Porcentaje de pruebas positivas y negativas</b>	<b>22</b>
<b>3. Resultados de pruebas positivas y negativas como donantes</b>	<b>24</b>
<b>4. Alteraciones de valores en hemogramas</b>	<b>28</b>
<b>5. Porcentaje de alteraciones hematológicas</b>	<b>30</b>

---

## INDICE DE ANEXOS

---

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Recolecta de muestras hematológicas de aves psitácidas, en el zoológico Thomas Belt.	38
2. Tinción de frotis sanguíneo con método Diff- Quick y lectura de hematocrito	38
3. Centrifugación de sangre entera para pruebas crossmatch.	38
4. Montaje de prueba mayor y menor	39
5. Observación al microscopio de examen hematológico y pruebas Crossmatch	39
6. Observación microscópica de muestras positivas y negativas	39
7. Frotis sanguíneo en psitácidos	40

---

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Zoológico Thomas Belt, se recolectaron muestras de sangre de 12 ejemplares de aves psitácidas en cautiverio, pertenecientes a los géneros: guacamaya roja (*Ara macao*), guacamaya verde (*Ara ambiguus*), lora corona azul (*Amazona farinosa*) y lora nuca amarilla (*Amazona europalliata*). Se realizaron hemogramas de estas especies y evaluó su compatibilidad sanguínea. La técnica utilizada para realizar los hemogramas fue por estimación por medio del frotis, formulas y además conteo de eritrocitos en cámara neubauer. Las pruebas crossmatch de compatibilidad sanguínea fue evaluada mediante tubo y lamina. Las alteraciones más frecuentes en los hemogramas, el 24.49% correspondió a eritrocitopenia, seguido por un 22.45% con microcitosis. Además, el 12.45% de las aves presentar anemia, y otro 12.45% presentó heterofilopenia. Otras alteraciones observadas fueron: linfocitopenia (10.20%), monocitosis (6.12%), eosinofilia (4.08%), y en menor frecuencia, linfocitosis, heterofilia, leucocitosis y policitemia, cada una con una incidencia del (2.04%). En total se realizaron 20 pruebas de compatibilidad, 13 pruebas resultaron negativas representando el 65%, indicando ausencia de aglutinación es decir compatibilidad, mientras que 7 pruebas fueron positivas (35%) reflejando aglutinación (incompatibilidad). *A. macao* y *A. ambiguus* presentaron una eficacia como donantes del 60% de las pruebas, *A. europalliata* con un 40% de efectividad, la *A. farinosa* fue la más estable en el estudio, mostró una compatibilidad en el 100%, destacándose como el donante más efectivo entre todos los ejemplares analizados. Este resultado sugiere que *A. farinosa* podría ser considerada como una opción de preferencia para donaciones sanguíneas en esta familia de aves, especialmente ante la carencia de estudios similares en el país.

**Palabras clave:** Compatibilidad sanguínea, hematología, psitácidas en cautiverio.

## ABSTRACT

The present study was conducted at the Thomas Belt Zoo, where blood samples were collected from 12 captive psittacine birds belonging to the following genera: scarlet macaw (*Ara macao*), great green macaw (*Ara ambiguus*), blue-crowned parrot (*Amazona farinosa*), and yellow-naped parrot (*Amazona auropalliata*). Hemograms were performed for these species, and their blood compatibility was evaluated. The technique used for the hemograms was based on estimation through blood smears, formulas, and red blood cell counts using a Neubauer chamber. Crossmatch tests for blood compatibility were performed using both tube and slide methods. The most frequent alterations in the hemograms were as follows: 24.49% corresponded to erythrocytopenia, followed by 22.45% with microcytosis. Additionally, 12.45% of the birds presented anemia, and another 12.45% presented heterophilopenia. Other alterations observed included lymphocytopenia (10.20%), monocytosis (6.12%), eosinophilia (4.08%), and, less frequently, lymphocytosis, heterophilia, leukocytosis, and polycythemia, each with an incidence of 2.04%. A total of 20 compatibility tests were performed. Thirteen tests yielded negative results, representing 65%, indicating absence of agglutination (i.e., compatibility), while seven tests were positive (35%), reflecting agglutination (incompatibility). *A. macao* and *A. ambiguus* showed donor effectiveness in 60% of the tests, *A. auropalliata* with 40% effectiveness, while *A. farinosa* was the most stable in the study, showing 100% compatibility and standing out as the most effective donor among all specimens analyzed. This result suggests that *A. farinosa* could be considered a preferred option for blood donations within this bird family, especially given the lack of similar studies in the country.

**Keywords:** Blood compatibility, hematology, captive psittacines.

## I. INTRODUCCION

Las aves tienen funciones importantes en los ecosistemas, “regulan las plagas y transmisión de enfermedades al consumir grandes cantidades de insectos y roedores, contribuyen a la polinización y dispersión de diversas especies vegetales al igual que a la descomposición y reciclaje de nutrientes que provienen de carroñas” (Berlanga et al, 2010, p.1-6).

Nicaragua, es hogar de una gran diversidad de aves, tanto migratorias como residentes, la cual, por su variada geografía, que incluye selvas tropicales, bosques secos, humedales y costas, crea un entorno ideal para una favorable avifauna; sin embargo, de acuerdo con Álvarez (2021) la caza furtiva, destrucción del hábitat, el cambio climático, y la contaminación, amenaza la supervivencia de muchas especies de aves. Los psitácidos son aves pertenecientes a la familia psitaciformes, también conocidos como loros o papagayos, Según Chavarría (2023) se han dado avistamiento de 16 especies en este país, destacando la especie *Ara ambiguus* cuya existencia se encuentra en peligro crítico.

Las transfusiones sanguíneas en aves pueden jugar un papel importante en la preservación de especies en alto riesgo o en la pronta recuperación de estos. De acuerdo con (Bonilla, 2006) Para garantizar una excelente transfusión es necesario conocer el nivel de compatibilidad sanguínea por medio de pruebas cruzadas entre el donante y su receptor, logrando reducir cualquier reacción desfavorable como una reacción hemolítica, anafiláctica que pueden conllevar a la muerte.

La presente investigación es de mucho interés para las ciencias biológicas comparativas para la fomentación y preservación de las distintas aves silvestres que, debido a la domesticación, desinformación al igual que comercio han llegado a pertenecer a la lista de aves en peligro crítico de extinción. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es brindar una alternativa terapéutica estableciendo valores de referencia a nivel sanguíneo actualizados además conocer si entre las especies de aves psitácidas existe alguna compatibilidad sanguínea que permita la realización de transfusiones sanguíneas que salvaguarde la vida del receptor.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Analizar los valores hematológicos en conjunto con la compatibilidad sanguínea aves de la especie Psitácidas mediante pruebas crossmatch.

### **2.2. Objetivos específicos**

- 1.- Obtener valores hematológicos de las aves psitácidas en cautiverio.
- 2.- Realizar pruebas crossmatch de compatibilidad sanguínea entre diferentes aves de la especie psitácidas.
- 3.- Analizar el porcentaje de las pruebas y sus reacciones de compatibilidad positiva o negativa.

### **III. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1. Generalidades de la especie psitácida**

##### **3.1.1. Taxonomía**

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Psittaciformes

Familia: *Psittacidae*

Según García y López (2008).

##### **3.1.2. Características anatómicas**

Ramos (2011), citando a Macwhirter (2009), refieren que las psitácidas tienen características únicas y atractivas.

Como características más comunes por la cual se reconoce la especie son por sus picos gruesos y curvos, garras zigodáctilas de los cuales el segundo y el tercer dedo se sitúan craneales, el primer y el cuarto dedo se sitúan caudalmente lo que permite una gran movilidad. (p. 5)

##### **3.1.3. Distribución y origen**

Ramos, (2011) señala que “la orden Psitaciformes cuenta con una amplia rama de especímenes, aproximadamente 400 especies de loros se distribuyen en ampliamente casi a nivel mundial” (p. 5.)

A pesar de su amplia distribución las guacamayas tienen un origen sudamericano, referente a los loros, algunos proceden de África Occidental y Central, otra parte tiene procedencia de sudamericana. Las cacatúas y los loris tienen un origen Australo-Pacífico mientras que las cotorras son originarias de Sudamérica (Tully et al., 2009, pp. 138-140).

Como menciona Tully et al. (2009), “el principal atractivo de esta especie es su inteligencia y capacidad de imitar vocalmente, estas características le dan un potencial de ser entrenadas”, esto ha llevado a su comercialización y distribución en distintas partes del mundo (p. 138).

### **3.1.4. Alimentación**

Cabe aclarar que las dietas generales para psitácidos no existen, la mayor parte de los estudios de dietas se han realizado en especies en cautiverio donde los nutricionistas clasifican en granívoras, omnívoras, frugívoras y nectívoras pero realmente las dietas siempre son individuales (Soto y Bert, 2011, pp. 25-26).

La nutrición puede ser un factor importante en lo que respecta a la salud de las aves, la mayoría de las dietas donde el principal alimento son semillas, carecen en vitaminas tales como A, D, K, E y calcio, y contienen demasiada grasa (Harrison y Lightfoot, 2006, p110). Como aclara Soto y Bert (2011) estas deben ser combinadas con otros alimentos que pueden ser pellets especiales, gramíneas, leguminosas blandidas o cocidas, frutas y verduras cortadas en trozos (pp. 13-17).

La malnutrición puede ser un causante principal de enfermedades y mortalidad en las aves psitácidas, esto va deteriorando su salud tanto interna como externa, “se pueden apreciar daños como plumas rotas y de tonos o colores extraños; picos escalonados o quebradizos; uñas largas y suaves entre otro más trastorno, con el tiempo, provocando el mal funcionamiento multiorgánico” (Harrison y Lightfoot, 2006, p. 109).

Cuadro 1. Talla promedio de guacamayas y loras

Especies	Nombre en español	Talla
<i>Ara ambiguus</i>	Guacamaya verde Mayor	68.5-76 cm
<i>Ara macao</i>	Guacamaya roja	81-96 cm
<i>Amazona auropalliata</i>	Lora Nuca amarilla	35.5-38 cm
<i>Amazona farinosa</i>	Lora Corona azul	38-43 cm

Fuente: Cantú y Sánchez (2018).

### 3.2. Hematología aviar

#### 3.2.1. Células sanguíneas de las aves

Los eritrocitos de aves tienen ciertas particularidades “son nucleados, ovalados y de mayor tamaño que los mamíferos, estos tienen una vida media de 28 a 45 días. Esta vida corta y su tamaño está relacionada mucho a una tasa metabólica alta” (Galves et al., 2009, p. 184).

Las células blancas tienen por nombre heterófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilo. “Los monocitos, linfocitos y basófilos tienen igual funcionalidad que los mamíferos, en cuanto a los heterófilos, estos comparten similitudes funcionales con los neutrófilos de mamíferos y los eosinófilos, asociados a infecciones parasitarias, reacciones alérgicas no es muy específico” (Galves et al., 2009, pp. 180-184).

Galves et al, (2009) menciona que “los trombocitos por su parte además de participar en los mecanismos de coagulación se describen con habilidades fagocíticas y de transporte de oxígeno de ser necesario” (p. 184).

### **3.2.2. Valores de referencia**

Cuadro 2. Valores hematológicos de referencia en aves *Ara spp* y *Amazona spp*

<b>Parámetros</b>	<b>Guacamayos (<i>Ara spp.</i>)</b>	<b>Loros (<i>Amazona spp.</i>)</b>
Hematocrito (%)	47 a 55	45 a 55
Glóbulos rojos ( $\times 10^6/\mu\text{l}$ )	2.7 a 4.5	2.5 a 4.5
Hemoglobina (g/dl)	15 a 17	12.2 a 15.9
VCM (fl)	125 a 170	160 a 175
HCM (pg)	36 a 55	47.2 a 56.8
CHCM (g/dl)	29 a 35	29.1 a 31.9
Leucocitos ( $\times 10^3/\mu\text{l}$ )	7 a 22	6 a 17
Heterófilos (%)	40 a 60	30 a 75
Linfocitos (%)	35 a 60	20 a 65
Monocitos (%)	1 a 8	0 a 3
Eosinófilos (%)	0 a 1	0 a 1
Basófilos (%)	0 a 1	0 a 5

Fuente: Cubas et al. (2014).

### **3.2.3. Hematocrito**

Este representa el valor principal en la salud de un paciente “corresponde a la cantidad de glóbulos rojos en una masa respecto al volumen total de la sangre, es un tejido en suspensión que está representado por células sólidas que ocupa un espacio” (Álvarez, 2010, p. 7). Su interpretación se hace posible por la sedimentación.

### **3.2.4. Anemia**

La anemia se diagnostica por una disminución de los eritrocitos, la hemoglobina o el HCT, Martinho (2012) clasifica la anemia en tres grupos:

En la anemia regenerativa se presenta un aumento de la eritropoyesis en la médula ósea, estimulada por la hipoxia y un aumento de los niveles de eritropoyetina; La anemia no regenerativa, por lo general no hay respuesta de la médula ósea y no se observan glóbulos rojos inmaduros en la sangre periférica;

La anemia por pérdida de sangre comienza como una anemia no regenerativa pero progresivamente se vuelve regenerativa. (p. 23)

Está clasificación también la podemos observar en mamíferos lo cual nos indica que las opciones terapéuticas pueden ser las mismas.

### **3.2.5. Parásitos gastrointestinales y hemoparásitos en aves**

Matiello (s.f.) menciona alguno de los parásitos enteropatógenos y hemoparásitos más comunes.

La parasitosis gastrointestinal tiene mayor frecuencia en aves silvestres que cautiverio, estás pueden pasar de forma asintomática sin producir daño o bien presentar cuadros moderados a severos, se pueden encontrar *Giardias spp*, *Trichomonas spp*, *Eimeria spp*, *Isosporas spp*, *Áscaris spp*, *Capilaria spp* entre otros. Por otro lado, los hemoparásitos se presentan con menos frecuencia en aves libres que aves en cautividad, pudiendo causar anorexia, anemia, depresión y muerte de animal, entre ellos están, *Leucocytozoon spp*, *Plasmodium spp* y *Hemoproteus spp* como los más comunes, siendo el ultimo mencionado reportado en aves psitácidas. (pp. 5-9)

## 3.3. Medicina transfusional

### **3.3.1. Transfusión importancia**

“La transfusión es solamente una medida paliativa que tiene como objeto fundamental restablecer una condición clínico-hemática del paciente, para restaurar en calidad y volumen, las pérdidas de los elementos sanguíneos asegurando la capacidad de sobrevida de los mismos” (Palma, 2018, p. 85). Según León et al. (s.f) se debe optar por transfusión cuando no hay más opciones en tratamientos para estabilizar al paciente, o bien cuando no se puede esperar una respuesta a dichos tratamientos.

### **3.3.2. Autotransfusión**

Es la técnica en la cual el paciente actúa como su propio donante de sangre. “Es el procedimiento por el cual se devuelve a la circulación general la sangre que se ha perdido por un área traumática o que se ha acumulado en una de las cavidades corporales tanto en operaciones electivas como urgentes” (Mendoza et al., 2003, p. 331). Teniendo como finalidad disminuir los riesgos de enfermedades infecciosas alógenas.

### **3.3.3. Xenotransfusión**

(Salazar, 2024) citando a (Roux et al., 2007), “el término xenotransfusión, hace referencia a la transfusión de sangre entre distintas especies; este método se ha realizado desde los años 1667, transfundiendo entre cordero, perros, terneros a humanos, logrando obtener resultados variados” (p. 13).

### **3.3.4. Paquetes Transfusionales**

Cely (2022), plantea que existen seis subproductos provenientes de la sangre, para lograr una transfusión que cumpla con los requerimientos del paciente, los cuales son:

#### ***sangre completa***

En esta la sangre no sufre ningún proceso, contiene todos los componentes de la sangre como eritrocitos, plaquetas, proteínas plasmáticas y factores de coagulación, lista para ser suministrada al receptor. Tiene vida de almacenamiento de 35 días.

### ***concentrado de glóbulos rojos***

Consiste en la centrifugación de la sangre entera a 3500 rpm en 15 minutos, luego pasa al proceso de desplamatización el cual trata, de separar el plasma y la capa leucoplaquetaria con la finalidad de obtener menos cantidad de electrolitos y anticoagulantes. Tiene una vida de almacenamiento de 45 días.

### ***plasma rico en plaquetas***

Se obtiene luego de 20 minutos de centrifugación a 3500 rpm, se debe almacenar de 18°C hasta los 25°C, con la finalidad de no alterar o desnaturalizar las proteínas y los factores de coagulación V y VII. Se puede almacenar de 5 a 7 días máximo.

### ***plasma fresco congelado***

Es generalmente utilizado cuando hay presencia de enfermedades como pancreatitis, deficiencia de factores de coagulación, e inclusive enfermedades renales crónicas. Este subproducto se obtiene luego haber sido centrifugado y congelado a -20°C de temperatura con un tiempo máximo de 6 horas luego de haber sido recolectada.

### ***plasma congelado***

Contiene menos factores de coagulación; se obtiene de la misma forma que el plasma fresco congelado, pero con la diferencia que se congela luego de seis horas de haber sido realizada la extracción del donante. Puede mantenerse hasta por 35 días almacenado

### ***crio precipitado***

Se usa para tratamientos de trombocitopenias o enfermedades congénitas. Este subproducto se obtiene luego de la descongelación del plasma fresco de 4° a 6°C, se utiliza el precipitado blanco que se va formando mediante la descongelación. El tiempo de utilidad es de 6 horas máximo.

### **3.3.5. Criterios de Transfusión**

Sciadabbarasi et al. (2019), hace mención que “las trasfusiones son utilizadas en las primeras etapas de shock hipovolémico, cuando hay faltas de factores de coagulación, plaquetas, glóbulos rojos, albumina” (p. 5).

Montoro (s.f.). afirma que “las trasfusiones se aplican cuando el paciente tiene una gran pérdida del volumen sanguíneo por procesos hemorrágicos, hipoproteinémicos, oncológicos o cuando se realizó una intervención quirúrgica” (p. 1).

### **3.3.6. Reacciones adversas de una transfusión sanguínea**

Ante una transfusión sanguínea siempre existirán riesgos potenciales, “pueden observarse en largos periodos de tiempo posterior a la transfusión o en instantes durante el procedimiento” (Pulido y Sunyer, 2003, p. 152). Así también menciona que las reacciones adversas pueden ser de origen inmunológico y no inmunológico, agudas y retardadas (Montoro, s.f., p. 6).

#### ***reacción inmunológica aguda***

Estas se subdividen en, reacción hemolítica aguda: que ocurre cuando se realiza un cruce de tipo de sangre diferente entre donante y receptor, no siendo compatibles y desencadenando una hemólisis intravascular. La mayoría de los receptores no sobreviven por la sintomatología (bradicardia, arritmias, vómitos, depresión, entre otros), que llegan a presentar en poco tiempo transcurrido a la transfusión. Esta se puede evitar, realizando prueba de compatibilidad sanguínea mediante la prueba de crossmatch. (Montoro, s.f., p. 6)

La reacción de anafilaxia aguda que se origina cuando los anticuerpos del receptor, atacan las inmunoglobulinas E (IgE), leucocitos y plaquetas del donante. Esta hipersensibilidad, genera en la mayoría de los casos urticaria, acompañado de vómitos, diarrea, eritema en la cara y edematización,

broncoespasmos. Las Reacciones febres no hemolíticas tienen el mismo origen que las reacciones de anafilaxia, pero se sospecha de esta cuando la temperatura del receptor aumenta sin existir otra causa de fiebre, en estos casos se debe detener la transfusión y monitorear al paciente, se puede continuar la transfusión no se observa más efectos indeseados luego de 15 minutos. (Montoro, s.f., p. 6)

#### ***reacción inmunológica retardada***

Se presenta luego de una transición incompatible, generalmente transcurrido cuatro días del procedimiento, esta consiste clínicamente en el aumento del hematocrito con resultados menores al esperado por la remoción extravascular de glóbulos rojos con los anticuerpos y también por la sensibilización de la sangre, producida por una transfusión incompatible. (Montoro, s.f., p. 7)

#### ***reacción no inmunológica aguda***

Estas reacciones se caracterizan por la destrucción de los glóbulos rojos a causa de un mal manejo ya sea al momento de la extracción, almacenamiento, administración, sobrecalentamiento, productos vencidos, contaminación o cualquier otro proceso que cause hemólisis, no requiere tratamiento, pero la transfusión es poco efectiva. (Montoro, s.f., p. 7)

#### ***reacción no inmunológica retardada***

Hace referencia a la transmisión de enfermedades que provienen de la sangre del donante, también puede darse por causa no inmunológicas principalmente cuando hay lisis de los GR donantes a causa de un mal manejo durante la extracción, almacenamiento y administración. (Montoro, s.f., p. 7)

### **3.3.7. Compatibilidad sanguínea**

Se le conoce como compatibilidad sanguínea a la capacidad de combinación de dos tipos de sangre (donante y receptor), con el fin de garantizar una transfusión sin provocar efectos indeseados, maximizando o estabilizando la salud del beneficiario (Sokolova, 2024).

La compatibilidad se evalúa mediante pruebas crossmatch donde las reacciones se describen comúnmente como “positivas y negativas” a aglutinación, además el cruce puede dar como resultado directamente una hemólisis de eritrocitos siendo esta respuesta igualmente compatible con aglutinación. (Day y Kohn, 2012) describen la siguiente clasificación para respuesta de aglutinación en caninos (p. 290).

- 4+ De izquierda a derecha.
- 3+ Un agregado sólido de glóbulos rojos.
- 2+ Varios agregados grandes.
- 1+ Agregados medios, fondo claro.

### **3.3.8. Grupos sanguíneos**

Los grupos sanguíneos en aves son abundantes y poco estudiados, Buta et al. (2020) menciona que:

Son el resultado de la expresión génica por la presencia de ciertas sustancias en la superficie de los eritrocitos. Estas sustancias se denominan antígenos eritrocitarios. Los dos primeros sistemas de grupos sanguíneos en pollos fueron descubiertos en 1948 por Briles, McGibbon e Irwin y se denominaron grupos “A y B” en 1950. Otros dos sistemas de grupos sanguíneos denominados “C y D” fueron descubiertos por Briles y Quinsenberry en 1951. (p. 66)

Finalmente, un quinto sistema de grupos sanguíneos, E, fue descubierto por Briles en 1958. Independientemente, Gilmour descubrió en 1959 los sistemas de los grupos “A, B, C y E”, pero también otros dos sistemas que él llamó “L y N”. En total los grupos descubiertos son A (subtipos A1 y A2), B (B1, B2 y B3), C (C1 y C2), D, E, F (F1 y F2), G, H, I, J, K y L. (p. 67)

### **3.3.9. Anticuerpos**

Las reacciones alérgicas en las transfusiones ocurren por anticuerpos. Según Noroña y Sandoval (2010), “las inmunoglobulinas son moléculas proteicas que son producidas en respuesta a estimulaciones antigénicas y que demuestran actividad específica de anticuerpo” (p. 5).

Henry (2007) (citado por Noroña y Sandoval, 2010) dice los siguiente:

Estos anticuerpos 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. (p. 5)

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Ubicación de área de estudio

El presente estudio se realizó en el Zoológico regional Thomas Belt, ubicado en el departamento de chontales, municipio de Juigalpa. El Instituto Nicaragüense (2025) menciona que, "Juigalpa se encuentra a 140 kilómetros de Managua, capital de Nicaragua. Limita al norte con San Francisco de Cuapa, al sur con Acoyapa y el lago Cocibolca, al este con La Libertad y San Pedro de Lóbago y al oeste con Comalapa".

El zoológico fue fundado en el año 1961, con el nombre del naturalista y científico inglés Thomas Betl (1832-1878), quien creó el libro "el naturalista en Nicaragua" que refleja la riqueza natural chontaleña. Cuenta con la misión de facilitar la información a la ciudadanía, de la conservación de especies exóticas y nativas de la región (Departamento de tecnología y sistemas, 2025). Se exhiben 80 especies animales, como: Chimpancés, leones, tigres, venados, avestruces, loras, lapa verde y rojas, entre otros (Nicaragua investiga, 2022).

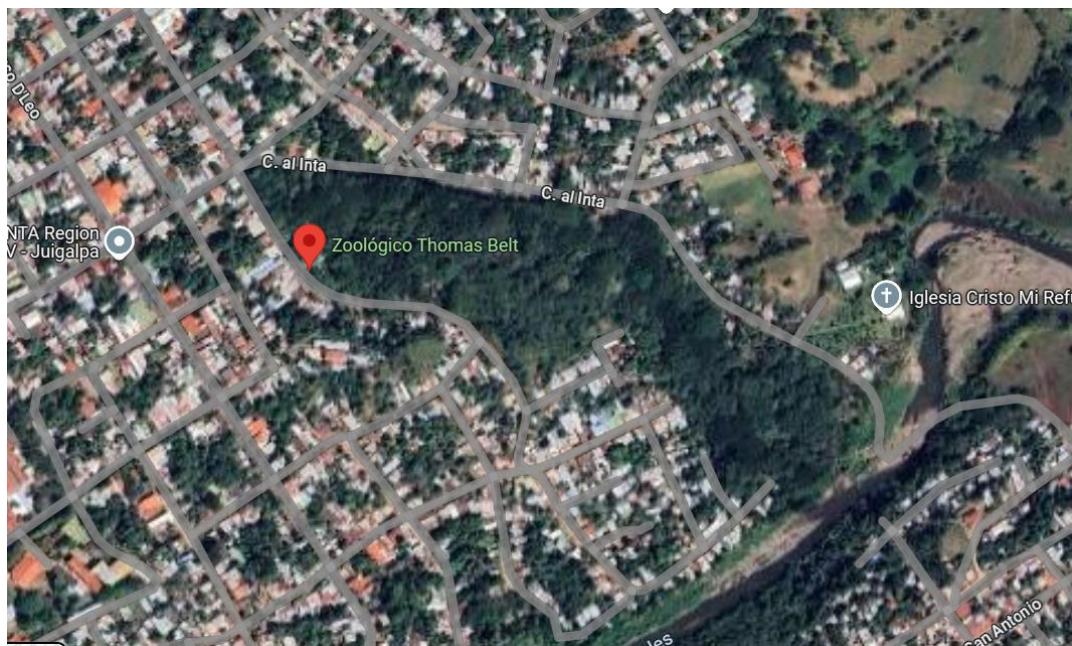


Figura 1. Ubicación del zoológico Thomas Belt, Juigalpa, Nicaragua.  
Fuente: Google maps.

#### 4.2. Diseño de la investigación

Para este estudio tuvo un enfoque de tipo descriptivo, no experimental que consistirá realizar los cruces de muestras sanguínea, observar las reacciones y valorar los resultados de las aves psitaciformes de tamaño medio a grande del zoológico Thomas Belt, de Juigalpa, Chontales.

#### 4.3. Duración del estudio

Este estudio se realizó durante el periodo de abril - mayo de 2025 en donde se buscará información bibliográfica relevante para el desarrollo del tema, además, recopiló información de especies de psitaciformes que pueden calificar como animal de muestreo.

La fase de campo, análisis de muestras y resultados se llevó a cabo en el mes de mayo 2025 donde nuestra mayor prioridad fue el correcto manejo y procesamiento de muestras para evitar hemólisis o cualquier otra alteración que pueda afectar los resultados.

#### 4.4. Criterio de selección

La población que conforma este estudio son aves de tamaño mediano y gran tamaño, por el volumen de sangre que se puede obtener, siendo las aves de tamaño pequeño una limitante para poder realizar más de un cruce entre especies.

#### 4.5. Población

La población que se evaluó fue de 12 aves dividida en dos conjuntos, específicamente por especies, 6 aves de talla grande como son las *Aras spp* y 6 aves de talla mediana que en este caso son las *Amazonas spp*.

## 4.6. Variables evaluadas

### 4.6.1. Respuestas negativas

Se recolectaron los datos de las respuestas que sean negativas aglutinación, quiere decir, que no muestren señales de eritrocitos aglutinados

### 4.6.2. Respuestas positivas

Se determinó las muestras con resultados positivo a aglutinación.

### 4.6.3. Valores hematológicos

Se realizó lectura de hematocrito, proteínas totales, al igual que el conteo de Eritrocitos, trombocitos, leucocitos junto a su respectivo conteo diferencial.

## 4.7 Materiales y equipo

Cuadro 3. Materiales

<b>Materiales y equipo</b>	
Jeringas de tuberculina	Pipetas Pasteur
Jeringa de 3ml con ajuga de 23g x 1"	Solución NaCl 0.9%
Algodón	Portaobjetos 25.4 x 76.2 mm
Alcohol 70%	Cubreobjetos 22 x 22 mm
Guantes de cuero	Centrifuga de microhematocrito
Guantes de látex o nitrilo	Centrifuga
Tubos de borosilicato 12 x 75mm	Microscopio
Tubos EDTA 2 ml	Diff-Quick
Marcador	Aceite de inmersión
Termo con hielo	Contador de células mecánico
Micropipetas y puntas	Cámara neubauer

#### 4.8. Contención y toma de muestras

Se usaron guantes cuero de manipulación para evitar lesiones en el momento sujeción, aplicando una leve presión con ambas manos evitamos su moviendo, debido a el riego que contrae dejar libre el pico, se sujetó poniendo presión sobre la parte inferior del mismo con uno de los pulgares evitando en todo momento poner presión en la tráquea y el resto de los dedos se sostuvo la parte superior del cráneo.

Las aves de colocaron de cubito dorsal se extenderá el ala, preferiblemente derecha, hasta que el codo quede casi completamente extendido, la vena basilical cruza la superficie ventral de la articulación humeral-radiocubital directamente debajo de la piel y se visualiza fácilmente humedeciendo ligeramente la zona con alcohol. Se puncionó y extrajo con una aguja de 23g x 1" alrededor de 2ml de sangre y se depositó en un tubo EDTA rotulado.

Las muestras se colocaron en un termo pequeño previamente llenado con hielo para su conservación retardando cualquier proceso de hemólisis.

#### 4.9. Hemograma

Para cada procedimiento realizado a continuación es importante aclarar que la muestra fue homogenizada de forma no influir negativamente en los resultados.

##### 4.9.1 Hematocrito

Se obtuvo mediante el uso de capilares para hematocrito sin heparina se llenó al 75% o  $\frac{3}{4}$  y selló con cera de hematocrito centrifugado en una centrifuga de hematocrito por 5 min; para determinar el valor se estará utilizando un lector de hematocrito

#### **4.9.2 Eritrocitos**

El conteo de eritrocitos se realizó obteniendo una dilución de sangre entera de 1:200 partes de solución salina en un tubo de borosilicato homogenizado, montando 10  $\mu\text{l}$  de la solución de eritrocitos sobre la cámara neubauer.

Se observaron en el retículo de Thomas donde se contaron cinco campos, los cuatro cuadrantes que se encuentran en las esquinas y el cuadrante más central, el resultado se multiplicó por 10,000.

#### **4.9.3 Frotis sanguíneo**

Con la ayuda de una micropipeta graduada 5  $\mu\text{l}$  de la muestra sobre un portaobjeto, usando otro portaobjetos se colocará este último sobre el anterior en un ángulo de 45° encerrando la gota, esperando que se disperse sobre los bordes para luego realizar una extensión en dirección contraria al ángulo y se deja secar.

La tinción que se usó fue Diff-Quick utilizando el tiempo promedio de la mayoría de los instructivos que fue de 5 segundos por cada uno de los reactivos.

#### **4.9.4 Leucocitos**

Para obtener el conteo leucocitario se llevó a cabo en el frotis enfocando en 40x se realizó el conteo en 10 campo donde obtendremos la media que multiplicó por 2,000 (Martínez et al., 2011) y (Molina, s.f.).

Formula: Media de Leucocitos en 10 campo x 2,000

#### **4.9.5 Trombocitos**

Se realizó mediante el frotis, en 100x con aceite de inmersión se sacó el valor de cinco campos obteniendo la media que se multiplicó en este caso por 3,500,000 y dividió entre 1,000 (Martínez et al., 2011) y (Molina, s.f.).

Formula:

$$\frac{\text{Media de trombocitos en cinco campos} \times 3,500,000}{1,000}$$

#### **4.9.6 Conteo diferencial**

Usando un contador de células mecánico se observó el frotis bajo el microscopio en el objetivo 100x y aceite de inmersión donde buscó las primeras 100 células del extendido sanguíneo.

#### **4.9.7 Proteínas totales**

Mediante el uso de un refractómetro se procedió a depositar una gota del plasma y observar la cantidad.

### **4.10. Pruebas Crossmatch**

#### **4.10.1. Preparación solución de glóbulos rojos y plasma sanguíneo**

Se centrifugó la sangre entera a 3500 rpm por 1 minuto para obtener plasma y glóbulos rojos tanto del donante como del receptor.

Se extrajo el plasma de donante y receptor en tubos de borosilicato diferentes rotulados.

Se suspendió los glóbulos rojos en 0.5 ml de NaCl al 0,9%, se centrifugaron 1 minuto y desechó el sobrenadante. Se repitió este procedimiento dos veces.

Se volvió a suspender los glóbulos rojos lavados en 0.5 ml de NaCl al 0.9% para obtener una solución de glóbulos rojos.

#### **4.10.2. Montaje de prueba mayor y prueba menor**

Para la prueba cruzada mayor se colocaron en un tubo 2 gotas de plasma del receptor y 1 gota de solución de glóbulos rojos del donante

Para la prueba menor se colocaron en un tubo se colocan 2 gotas de plasma del donante y 1 gota de solución de glóbulos rojos del receptor.

Se incubaron todos los tubos 15 minutos a temperatura ambiente.

#### **4.10.3. Interpretación**

La interpretación se realizó de dos formas, macroscópica y microscópicamente.

La primera evaluación macroscópica se efectuó una vez la muestra es encubada, se moverá el tubo de forma horizontal a vertical donde determinó si había presencia o ausencia de aglutinación, o, grumos eritrocitarios.

La segunda forma es microscópica, donde se colocó una gota de las pruebas en un portaobjeto y un cubreobjeto donde se observó directamente si había aglutinación de eritrocitos en el microscopio.

### **4.11. Análisis de datos**

El resultado de las pruebas evaluadas se organizaron los datos mediante el uso de Excel donde se introdujeron el número de animales compatibles y no compatibles.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el siguiente estudio se tomaron muestras de sangre de 12 aves de la especie psitácida entre ellas 3 *Ara macao* (*A. m 1*, *A. m 2*, *A. m 3*), 3 *Ara ambiguus* (*A. a 1*, *A. a 2*, *A. a 3*), 4 *Amazona auropalliata* (*A. a 1*, *A. a 2*, *A. a 3*, *A. a 4*) y 2 *Amazona farinosa* (*A. f 1*, *A. f 2*), utilizando contención física se tomaron muestras por venopunción basílica o yugular en algunos casos. Se recolectaron 2 ml de muestra por animal aproximadamente en un tubo EDTA, obtenida la muestra se trasladó en un termo con hielo hacia el laboratorio para su debido procesamiento.

Se realizó la preparación de los hemogramas (hematócrito, frotis y solución de eritrocitos), por cada animal, para posteriormente realizar la separación de eritrocitos y plasma que se usó en las pruebas de compatibilidad.

### 5.1 Respuestas crossmatch positivas y negativas

Se realizaron un total de 20 pruebas de compatibilidad efectuando todos los cruces entre especies posibles, sin repeticiones. 12 de estos cruces fueron heterólogos y otros 8 cruces homólogos en referencia al género y especie de las aves.

Cuadro 4. Resultado cuantitativo de todas las pruebas de compatibilidad sanguínea

Pruebas	Negativas	Positivas	Sub total
Heterólogas	7	5	12
Homólogas	6	2	8
Total	13	7	20

Las pruebas heterólogas (aves que difieren en género o especie) y homólogas (aves que comparten mismo género y especie) que permitieron obtener datos de compatibilidad sanguínea, 13 pruebas fueron negativas a aglutinación representando un 65%) mientras las otras 7 pruebas fueron positivas que representó un 35% (figura 2).

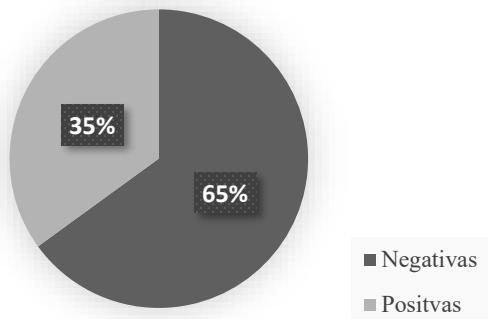


Figura 2. Porcentaje de pruebas crossmatch positivas y negativas.

El estudio reveló que existen incompatibilidades significativas a pesar de ser aves de la misma familia, aunque los cruces de aves de la misma especie mostraron menos respuestas positivas a aglutinación, no existe un estudio de muestras de compatibilidad en guacamayas o amazonas, sin embargo, las pruebas crossmatching realizadas por Buta et al. (2020) en patos, gallinas, codornices, palomas pavos y faisanes descubrieron que no había incompatibilidades entre estas especies aun realizando pruebas entre aves de diferentes especies.

Cuadro 5. Resultado de pruebas crossmatch entre diferentes especies

Pruebas heterólogas				
Plasma/Eritrocitos	<i>farinosa</i> E	<i>macao</i> E	<i>europalliata</i> E	<i>ambiguus</i> E
<i>farinosa</i> p		<b>Positiva</b>	Negativa	<b>Positiva</b>
<i>macao</i> P	Negativa		<b>Positiva</b>	Negativa
<i>europalliata</i> P	Negativa	Negativa		<b>Positiva</b>
<i>ambiguus</i> P	Negativa	Negativa	<b>Positiva</b>	

E: Eritrocitos, P: plasma.

Se realizaron las pruebas de compatibilidad de muestras heterólogas donde la sangre de una especie se cruzó con otras de diferente especie. De este cruce tuvimos resultado 7 negativos y 5 resultados positivos, *Amazona farinosa* fue la que especie que tuvo 0 resultados positivos siendo una excelente donante para, *Amazona europalliata* y *Ara ambiguus* tuvieron 2 respuestas positivas mientras que *Ara macao* marcó una reacción positiva, Scibarrasi et al. (2019) realizaron transfusiones en guacamayos híbridos con resultados positivos contribuyendo a la recuperación de los pacientes.

Cuadro 6. Pruebas de crossmatch mayor entre mismas especies

Pruebas homologas mayor				
Plasma/Eritrocitos	<i>farinosa</i> 1 E	<i>macao</i> 2 E	<i>europalliata</i> 2 E	<i>ambiguus</i> 2 E
<i>farinosa</i> 2 P	Negativa			
<i>macao</i> 3 P		Negativa		
<i>europalliata</i> 4 P			Negativa	
<i>ambiguus</i> 3 P				Negativa

P. Plasma, E: Eritrocitos.

Cuadro 7. Pruebas de crossmatch menor entre mismas especies

Pruebas homologas menor				
Plasma/Eritrocitos	<i>farinosa</i> 2 E	<i>macao</i> 3 E	<i>europalliata</i> 4 E	<i>ambiguus</i> 3 E
<i>farinosa</i> 1 P	Negativa			
<i>macao</i> 2 P		<b>Positiva</b>		
<i>europalliata</i> 2 P			<b>Positiva</b>	
<i>ambiguus</i> 2 P				Negativa

De las pruebas mayor y pruebas menor realizadas para establecer un donante y un receptor, se obtuvo como resultado de 8 cruces realizados, 6 pruebas resultaron negativas a aglutinación y 2 pruebas resultaron positivos, la *Amazona farinosa* y la *Ara ambiguus* presentaron compatibilidad entre ambos tanto de receptores como donantes, mientras que la *Ara macao* 2 y la *Amazona europalliata* 2 pueden ser donantes para *Ara macao* 3 y la *Amazona europalliata* 4 respectivamente, pero en cambio no pueden recibir sangre de forma inversa.

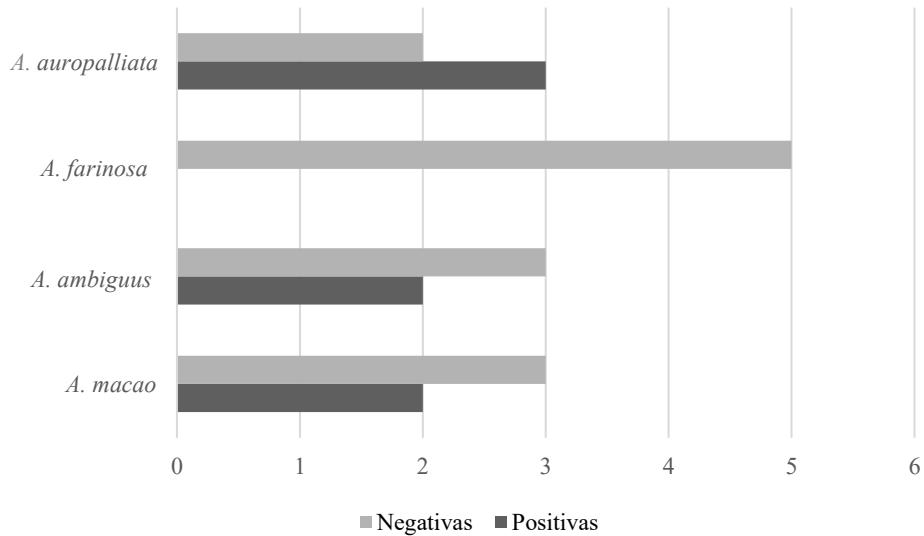


Figura 3. Resultados de pruebas crossmatch positivas y negativas como donantes.

Como podemos apreciar en las pruebas realizadas la especie que tuvo un comportamiento más estable con respecto a las pruebas *Amazona farinosa* fue el donante más compatible, con 5 pruebas sin aglutinación, siendo el candidato más seguro para transfusiones heterólogas y homologas. *A. macao* y *A. ambiguus* ambas mostraron compatibilidad en 3 de 5 pruebas, lo que sugiere que pueden ser donantes relativamente seguros, aunque no ideales sin pruebas previas. *A. europalliata* mostró 3 resultados de incompatibilidad (aglutinación positiva) de 5 pruebas realizadas, por lo que representa un riesgo mayor como donante, y debería evitarse si hay mejores opciones disponibles.

## 5.2 Resultados de hemogramas

Actualmente no se cuentan con estudios hematológicos de estas aves en el país, según Telenorte (2019) el Dr. Eduardo Sacasa trabajó en la reproducción de guacamayas rojas en cautiverio sin embargo no realizó estudios para establecer valores sanguíneos de referencia en estas especies, esto dificultó la elección de valores de referencia en este estudio y la comparación con otras investigaciones por diferentes condiciones, como lo es el cautiverio, factores ambientales y nutricionales que pueden llegar a influir en su condición de salud.

Cuadro 8. Hemogramas de *Amazonas* spp

Parámetros	<i>Amazona auropalliata</i>				<i>Amazona farinosa</i>		Valor de referencia
	<i>A.a 1</i>	<i>A.a 2</i>	<i>A.a 3</i>	<i>A.a 4</i>	<i>A.f 1</i>	<i>A.f 2</i>	
Hematocrito	56	44	44	43	49	50	45 a 55
Eritrocitos	2.05	1.66	1.87	1.62	1.36	2.15	2.5 a 4.5
VCM	273.2	265.1	235.3	265.4	360.3	232.6	160 a 175
Leucocitos	12	6.4	7.6	8	10.8	8.8	6 a 17
Heterófilos	62	52	40	54	24	38	30 a 75
Linfocitos	30	39	58	46	72	55	20 a 65
Monocitos	8	8	2	0	2	6	0 a 3
Eosinófilos	0	0	0	0	2	1	0 a 1
Plaquetas	12.6	30.1	6.3	7	7.7	9.8	
PT	6.5	4.4	4	3.5	3.9	3.3	

VCM: volumen corpuscular medio, PT: proteínas totales.

Cuadro 9. Hemogramas de *Ara spp*

Parámetros	<i>Ara macao</i>			<i>Ara ambiguus</i>			Valor de referencia
	<i>A.m 1</i>	<i>A.m 2</i>	<i>A.m 3</i>	<i>A.a 1</i>	<i>A.a 3</i>	<i>A.a 3</i>	
Hematocrito	48	48	41	43	47	44	47 a 55
Eritrocitos	1.8	2.24	2.55	2.42	1.62	1.82	2.7 a 4.5
VCM	266.7	214.3	160.8	177.7	290.1	241.8	125 a 170
Leucocitos	6.8	12	14.4	15.2	15.6	16.4	7 a 22
Heterófilos	62	92	90	94	70	72	40 a 60
Linfocitos	38	6	10	4	28	30	35 a 60
Monocitos	0	0	0	2	2	0	1 a 8
Eosinófilos	0	2	0	0	0	0	0 a 1
Plaquetas	8.4	12.6	10.5	10.5	11.9	13.3	
PT	4	3.4	3.3	4.1	5	3.5	

Los valores hematológicos de cuatro ejemplares *Amazona europalliata* y dos *Amazona farinosa* (cuadro 8). Se observan varias alteraciones respecto a los valores de referencia: Eritrocitos: todos los ejemplares presentan valores por debajo del rango (2.5–4.5), VCM: todos los valores están elevados (235.3–360.3), hematocrito: uno de los ejemplares (*A.a 1*) presenta un valor elevado (56), mientras que los demás están ligeramente bajos o normales, heterófilos: dos aves presentan valores bajos (*A.f 1* con 24 y *A.f 2* con 38), linfocitos: un caso (*A.f 1*) muestra linfocitosis (72), fuera del rango (20–65). monocitos: tres ejemplares superan el límite superior (3), eosinófilos: dos aves superan el valor normal (0–1)

Los valores hematológicos de tres ejemplares de *Ara macao* y tres *Ara ambiguus* (cuadro 9). Observaron parámetros fuera de los rangos de referencia: Eritrocitos: todos los valores están por debajo del rango normal (2.7–4.5), indicando eritrocitopenia en todos los ejemplares. vcm (volumen corpuscular medio): elevado en la mayoría de los casos, con valores entre 177.7 y 290.1, leucocitos: dentro del rango en general (7–22), sin alteraciones destacadas. heterófilos: predominantemente elevados (70–94). linfocitos: tres ejemplares presentan valores por debajo del límite (6, 4 y 10), lo que sugiere linfocitopenia. monocitos y eosinófilos: en su mayoría dentro de rango, aunque hay un ejemplar con eosinofilia (valor 2).

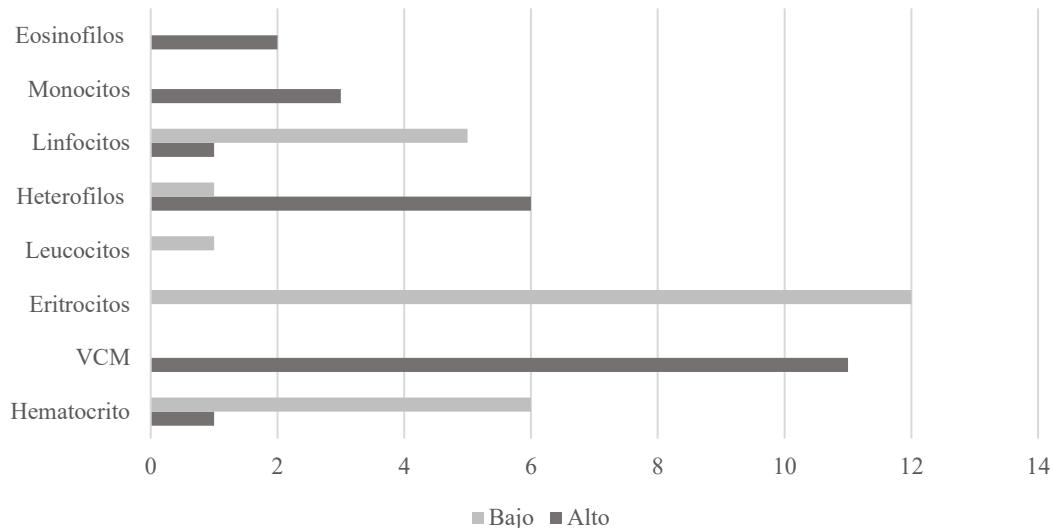


Figura 4. Alteraciones de valores en hemogramas.

La monocitosis está presente en tres de las doce aves muestreadas, como menciona Galvet et al. (2009) puede dar un indicativo de estrés crónico al momento de manipulación y toma de muestra, de igual forma puede estar relacionado a parasitismo interno, infecciones crónicas, procesos inflamatorios, neoplásicos.

La linfocitosis presente en un paciente del género *Amazona* concuerda con lo mencionado por Galvet et al. (2009) citando a Campbell, (1998), algunas especies son linfocíticas siendo este hallazgo es completamente aceptable. Adicional a esto es, mencionan que “la relación aparente de linfocitosis es normal para algunas especies de aves con una proporción baja de heterófilos” (p. 183).

A su vez “una linfopenia relativa puede ocurrir con una marcada heterofilia, o en infecciones víricas agudas. En realidad, los heterófilos están presentes en gran número de tal manera que la medición relativa de linfocitos puede presentar una marcada disminución” (Galves et al., 2009, p. 183-184).

“La policitemia se caracteriza por un elevado hematocrito y un alto conteo de eritrocitos. La policitemia relativa es causada por hemoconcentración como resultado de la deshidratación” (Galves et al., 2009, p. 185).

“La policitemia absoluta indica un aumento en el número de eritrocitos en ausencia de signos clínicos de deshidratación o evidencia de hemoconcentración por el laboratorio. Las causas clínicas de hemoconcentración en las aves se centran por la hipoxia” (Galves et al., 2009, p 185).

En cuanto a la anemia, la mitad de las aves tuvo presentes índices bajos 6/12, si bien no se encuentra en rango con los parámetros de Cubas et al. (2014); desconocemos bajo las condiciones de selección, sin embargo, los valores obtenidos concuerdan con los establecidos por el estudio de aves psitácidas en cautiverio de Alvarado et al., (2008).

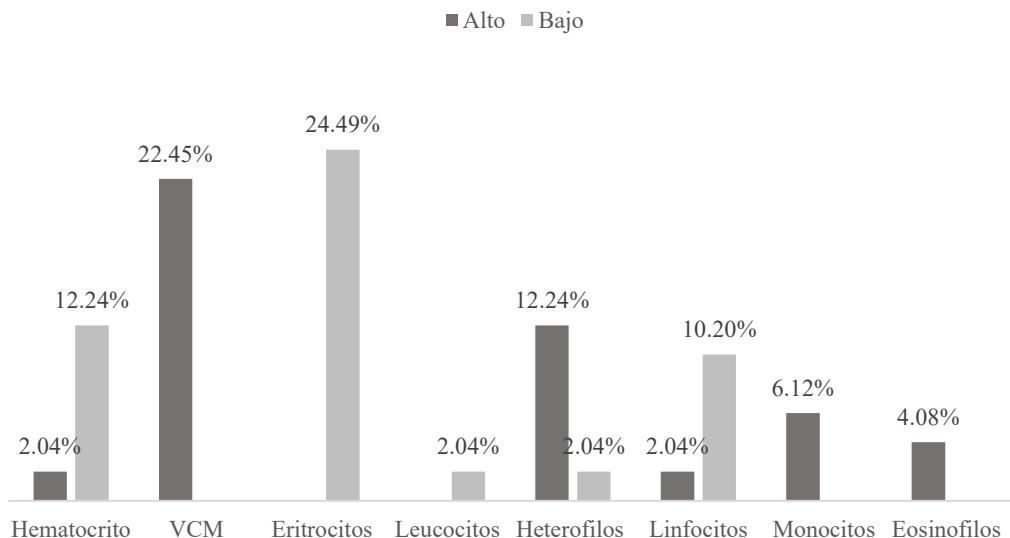


Figura 5. Porcentaje de alteraciones hematológicas.

Este gráfico de barras compara las alteraciones hematológicas detectadas en aves psitácidas, clasificándolas según si están por encima (Alto) o por debajo (Bajo) del valor de referencia. A continuación, un resumen de los hallazgos:

- Eritrocitos bajos (24.49%) y VCM alto (22.45%) presentan los mayores porcentajes de valores bajos y altos respectivamente, lo que sugiere eritrocitopenia con macrocitosis.
- Linfocitos bajos (10.20%) y monocitos altos (6.12%) indican posibles alteraciones inmunológicas.
- Heterófilos altos (12.24%) podrían reflejar estrés o procesos inflamatorios, mientras que los valores bajos (2.04%) heterofilopenia. (Martínez, et al., 2009).
- Eosinófilos altos (4.08%) pueden estar relacionados con reacciones alérgicas o parasitarias. (Martínez, et al., 2009).
- Otras alteraciones menores incluyen leucocitos y hematocrito, con solo 2.04% de desviaciones (tanto altas como bajas).

Los estudios de por Alvarado, et al., en 2008 en cuanto a serie roja y serie blanca sitúan este estudio en valores mucho más estables, los cuales en conjunto con el estado físico del animal podrían tener mucha relevancia, sin embargo, son márgenes muy amplios que dejan en descubierto la necesidad de realizar más estudios para determinar si un animal está o no comenzando un proceso patológico.

## **VI. CONCLUSIONES**

El presente estudio permitió obtener, por primera vez en el zoologico Thomas Belt, valores hematológicos y datos de compatibilidad sanguínea en aves de la familia *Psittacidae* (ejemplares *Ara spp* y *Amazona spp*).

Los valores hematológicos obtenidos evidenciaron alteraciones frecuentes como: eritrocitopenia (24.49%), Macrocitosis (22.45%) anemia (12.24%) aun en individuos clínicamente estables; y, variaciones hematológicas de menor incidencia como leucocitopenia (2,04%), heteropenia (2,04%), por lo tanto, estos resultados pueden relacionarse con factores ambientales, nutricionales o de manejo.

En cuanto a las pruebas de compatibilidad sanguínea, se realizaron 20 cruces, pruebas heterólogas (12 pruebas) y homologas (8 pruebas), los resultados arrojaron un hallazgo de especial relevancia donde *Amazona farisona*, fue compatible al 100% como donante, lo cual la perfila como candidato ideal para futuras transfusiones dentro del grupo, convirtiéndose en un potencial donante universal dentro de esta especie, al menos bajo las condiciones estudiada.

En el análisis de las pruebas mayores y menores, el 65% resultaron negativas, siendo compatibles al no presentar aglutinación, en cambio el 35% incompatible (positiva a aglutinación), demostrando que existe un margen de compatibilidad entre individuos de esta familia y resaltando la indispensable de realizar pruebas de compatibilidad antes de considerar transfusiones, debido al riesgo significativo de reacciones inmunológicas.

## VII. RECOMENDACIONES

Implementar un plan de identificación de las aves en el zoológico Thomas Belt, para monitoreo de estas especies, exámenes de control, historial médico y futuras investigaciones.

Fomentar y ampliar futuras investigaciones de esta índole, debido a la limitada disponibilidad de parámetros hematológicos específicos y actualizados. Estudios complementarios que contribuyan a la estrategia de conservación de estas especies.

Relacionar parámetros hematológicos con factores ambientales, nutricionales y de manejo, lo cual permita interpretar con mayor precisión los resultados clínicos y prevenir enfermedades asociadas al estrés o a desequilibrios fisiológicos.

Planificar el uso de medicina transfusional para emergencias de animales salvajes en cautiverio y animales silvestre como tratamiento alternativo ante posibles accidentes.

Brindar capacitaciones al personal de apoyo del zoológico Thomas Belt en la manipulación y contención de animales salvajes para reducir el estrés en los animales.

### VIII. LITERATURA CITADA

- Alvarado, C., Arraga-Alvarado, C., Rincón, R., Fernández, G., Aguilar, J., Villasmil-Ontiveros, Y., Gomez, O. y Henriquez, A. (2008). Valores hematológicos de psitácidos de los géneros ara y amazona cautivos en zoológicos de Venezuela. *Revista Científica*, 18(6), 469-661. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592008000600002&lng=es&tlang=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000600002&lng=es&tlang=es)
- Álvarez Bernard, U. (5 noviembre 2021). Aves en peligro de extinción. *Ecología verde*. <https://www.ecologaverde.com/aves-en-peligro-de-extincion-3606.html>
- Alvarez, M. (2010). *Hematología básica*. <https://www.vetpraxis.net/wp-content/uploads/2010/10/1.hematologia-basica.pdf>
- Berlanga, H., Kennedy, J., Rich, T., Arizmendi, M., Beardmore, C., Blancher, P., Butcher, G., Couturier, A., Dayer, A., Demarest, D., Easton, W., Gustafson, M., Iñigo-Elias, E., Krebs, E., Panjabi, A., Contreras, V., Rosenberg, K., Ruth, J., Santana, E., ... T. Will. (2010). *Conservando a nuestras aves compartidas: La visión trinacional de compañeros en vuelo para la conservación de las aves terrestres*. <https://n9.cl/researchgatenetpublication>
- Bonilla, R. (2006). Importancia de las pruebas cruzadas y de la búsqueda de anticuerpos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 44(2), 43-46. <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2006/ims062j.pdf>
- Buta, A., Ognean, L., Havret, A., Daradics, Z., Tamas-Krumpe, O., Spătariu, S. y Ștefănuț, C. (2020). Comparative analysis of hematological parameters and blood compatibility in different bird species. *Lucrări Științifice Seria Medicină Veterinară*, 63(1), 66-74. [https://repository.iuls.ro/xmlui/bitstream/handle/20.500.12811/251/LSMV\\_v.63\\_p.1\\_Comparative%20analysis%20of%20hematological%20parameters%20and%20blood.pdf?sequence=3](https://repository.iuls.ro/xmlui/bitstream/handle/20.500.12811/251/LSMV_v.63_p.1_Comparative%20analysis%20of%20hematological%20parameters%20and%20blood.pdf?sequence=3)
- Campbell, W. (2015). Exotic animal hematology and citology (Fourth edition). John Wiley & Sons, Inc. <https://download.e-bookshelf.de/download/0003/2445/90/L-G-0003244590-0006251420.pdf>
- Cantú, J. y Sánchez, M. (2018). *Guía de identificación de psitácidos mexicanos*. [https://teyeliz.org/pdf/Guia\\_de\\_pericos.pdf](https://teyeliz.org/pdf/Guia_de_pericos.pdf)
- Cely, L. (2022). *Formulación de un Manual Para la Implementación de un Banco de Sangre Canino en el Centro Veterinario Fauna*. Universidad de Santander. [Tesis de licenciatura, Universidad de Santander]. Repositorio institucional. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/d4759468-4d89-48af-900bf8ec03d3f62e/content>

- Chavarria, L. (2023). Lista patrón de aves de Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*, (81), 1-60. <http://www.bio-nica.info/RevNicaBiodiv/81-lista-patron-aves-Nicaragua.pdf>
- Cubas, Z., Silva, J. y Catão-Dias, J. (2014). *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*. (2<sup>da</sup> ed). ROCA LTDA.
- Day, M. y Kohn, B. (2012). *Manual of canine and feline haematology and transfusion medicine*. (Second edition). BSAVA.
- Galves, C., Ramirez, G. y Osorio, J. (2009). The clinic laboratory in hematology of exotic birds. *Biosalud*, 8(1), 178-188.
- Garcia, A. B., Galán, J. J. M., y Agúndez, M. G. (2008). La malnutrición en psitácidas y su influencia en la salud. *Argos: Informativo veterinario*, (103), 40-42.
- García, G. y López, C. (2008). *Manual: Alimentación de aves Passeriformes y Psittaciformes*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de México]. Repositorio institucional. <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/pd2008/0628133/0628133.pdf>
- Handlinger, J. (1989) *Avian haematology*. <https://www.aavac.com.au/files/1989-24.pdf>
- Harrison, G. y Lightfoot, T. (2006). *Clinical Avian Medicine*. Six Publishing In.
- León, N., Cañizares, S., Martínez, A. y Pérez, C. (s.f.). *Guía clínica de transfusión de componentes sanguíneos*. [https://www.chospab.es/area\\_medica/banco\\_sangre/GUIA\\_CLINICA\\_DE\\_TRANSFUSION.pdf](https://www.chospab.es/area_medica/banco_sangre/GUIA_CLINICA_DE_TRANSFUSION.pdf)
- Lezama, M., Vilchez, S., Mayorga, M. y Catellon, R. (2005). *III Monitoreo nacional de psitácidos 2004 estado actual y conservación*. <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Lezama2004Psitacidos.pdf>
- Telenorte. (2019). *Zoológico de Nicaragua dio bienvenida a guacamaya roja reproducida en cautiverio*. <http://telenorte.info/2019/09/16/zoologico-nicaragua-dio-bienvenida-a-guacamaya-roja-reproducida-en-cautiverio/>
- Tully, T., Dorrestein, G. y Jones, A. (2009). *Handbook of avian medicine*. (second edition). Elsevier Health Sciences.
- Madrigal, M. (2015). *Tipificación sanguínea e identificación de hemoparásitos para medicina transfusional en perros domésticos de morelia, Michoacán*. [Tesis de ingeniería, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo]. Repositorio institucional. [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/13192/FMVZ-L-2015-2270.pdf?sequence=1](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/13192/FMVZ-L-2015-2270.pdf?sequence=1)

- Martinez, A., Lavín, S. y Cuenca, R. (2011). Hematología y citología sanguínea en reptiles. *Clínica veterinaria de pequeños animales*, 31(3), 131-141. [https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/clivetpeqani\\_a2011v31n3/clivetpeqaniv31n3p131.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/clivetpeqani_a2011v31n3/clivetpeqaniv31n3p131.pdf)
- Martinho, M. (2012). Blood transfusion in birds. *Revista Lusófona de Ciência e Medicina Veterinária*, (5), 1-30 <https://doi.org/10.60543/rlcmv.v5i0.3016>
- Matiello, R. (s.f.). *Enfermedades parasitarias en aves de jaula*. <http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00007195.pdf>
- Mendoza, J., Cárdenas N. y león, K. (2033). Autotrasnfusión de salvamento: revisión bibliográfica. *Revista “Medicina”*, 9(4), 331-334. <https://rmedicina.ucsg.edu.ec/archivo/9.4/RM.9.4.12.pdf>
- Molina, R. (s.f.). *Hematología y bioquímica sanguínea*. <https://es.scribd.com/document/56619041/Hematologia-RMolina>
- Montoro, A. (s.f.). *Transfusión sanguínea en caninos y felinos*. <http://dpd.fvet.uba.ar/cartelera/00020525.pdf>
- Nicaragua investiga. (19 octubre 2022). *El zoológico de Juigalpa, un lugar que deberías conocer*. <https://nicaraguainvestiga.com/nacion/98188-el-zoologico-de-juigalpa-un-lugar-que-deberias-conocer/>
- Noroña, J., y Sandoval, S. (2010). *Tipificación de grupos sanguíneos en alpacas en la comunidad de guangaje sector casa quemada*. [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio institucional. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/de570575-6de7-40a8-8c5b-5fa4fb621e22/content>
- Palma, B. (2018). Aspectos generales de la transfusión de sangre y sus componentes. *Revista Médica. Vozandes*, 29(2), 83-90.
- Pulido, I. y Sunyer, I. (2003). Transfusiones de sangre en la clínica de pequeños animales. *Revista AVEPA*, 23(3), 149-153. <https://ddd.uab.cat/pub/clivetpeqani/11307064v23n3/11307064v23n3p149.pdf>
- Ramos, L. (2021). *Psitácidas en cautividad: problemas comportamentales frecuentes y métodos de abordaje*. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Valencia]. Repositorio institucional. [https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/1807/TFG\\_LauraRamos.pdf?sequenc=1&isAllowed=y](https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/1807/TFG_LauraRamos.pdf?sequenc=1&isAllowed=y)

Salazar, J. (2024). *Análisis invitro de pruebas cruzadas heterólogas entre sangre bovina y canina*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio institucional. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/23874/1/10.1.%20Tesis%20Salazar.pdf>

Sciacbarrasi, A., Ruiz, M. y Devolo, V. (2019). Transfusión sanguínea en Guacamayos mediante dadores Híbridos. *Remevet fauna*, (2), 4-9.

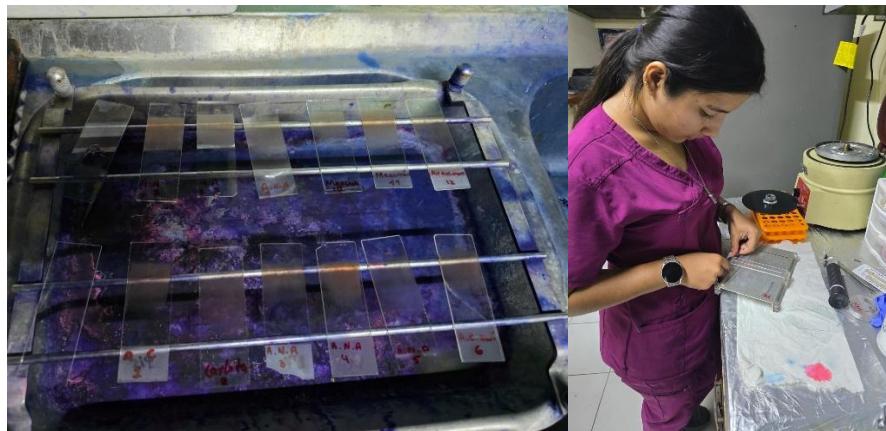
Soto, C., y Bert, E. (2011). Principios en la alimentación de psitacidas. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(11), 1-3. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63622049012.pdf>

## IX. ANEXOS

**Anexo 1.** Recolecta de muestras hematológicas de aves psitácidas, en el zoológico Thomas Belt.



**Anexo 2.** Tinción de frotis sanguíneo con método Diff- Quick y lectura de hematocrito



**Anexo 3.** Centrifugación de sangre entera para pruebas crossmatch.



**Anexo 4.** Montaje de prueba mayor y menor



**Anexo 5.** Observación al microscopio de examen hematológico y pruebas Crossmatch



**Anexo 6.** Observación microscópica de muestras positivas y negativas



Anexo 7. Frotis sanguíneo en psitácidos

