

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Escuela de Biología Aplicada

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE BIÓLOGO AMBIENTAL**

TEMA:

**CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA SANGUÍNEA EN SEIS GÉNEROS DE
COLIBRÍES DE NANEGALITO, NOROCCIDENTE DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO**

AUTOR

José Luis Vásquez

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Alberto Javier Roura Cadena, M. Sc.

Quito, Ecuador.

2015

CERTIFICACIÓN

Quito, agosto de 2015.

Yo, José Luis Vásquez, con cédula de identidad N°1710800796, declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprenden de la presente investigación serán de mi sola y exclusiva responsabilidad. Además, cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en internet.

José Luis Vásquez

Yo, Alberto Roura, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor José Luis Vásquez es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal.

Ing. Alberto Javier Roura Cadena, M. Sc.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por mantenerme aquí para seguir adelante.

A mi madre por aconsejarme siempre y enseñarme a no rendirme.

A todos mis maestros, por enseñarme el camino del conocimiento.

Al Master Patricio Yáñez por el acompañamiento técnico en la estructuración del presente documento.

Al Master Alberto Roura por su guía.

Al Dr. Esteban Terneus por su liderazgo y apoyo.

DEDICATORIA

A Janine, por ser el empuje de mi vida, por apoyarme incondicionalmente, por no dejarme claudicar, por ser mi gran compañera.

A Zoe, por ser la luz que vino a iluminar mi vida y por ser mi fuerza para seguir siempre adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Tema	Pág.
Resumen	x
Abstract	xi
Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos e hipótesis.....	4
Capítulo II. Marco Teórico.....	6
2.1. Hematología de las aves.....	6
2.2. Transporte.....	7
2.3. Equilibrio.....	7
2.4. Barreras de defensa.....	7
2.5. Termorregulación.....	8
2.6. Elementos celulares de la sangre aviar.....	8
2.6.1. Morfología de los eritrocitos.....	8
2.6.2. Morfología de los leucocitos.....	9
2.6.3. Plaquetas.....	14
2.7. Componentes del plasma sanguíneo.....	15
2.8. Estado de salud de las aves y su relación con parámetros de calidad sanguínea.....	22
2.9. Forrajeo y alimentación de los colibríes.....	22
2.10. Biodiversidad e investigaciones de colibríes en Nanegalito y alrededores.....	23
2.11. Importancia de los colibríes.....	24
2.12. Situación de los colibríes en la parroquia Nanegalito y áreas aledañas.....	24

Tema	Pág.
2.13. Técnicas de laboratorio para el estudio de parámetros hematológicos en colibríes.....	25
Capítulo III. Historia natural de los colibríes observados en el área de estudio.....	27
3.1. <i>Agelaiocercus coelestis</i>	27
3.2. <i>Amazilia tzacatl</i>	28
3.3. <i>Amazilia franciae</i>	29
3.4. <i>Colibri coruscans</i>	30
3.5. <i>Colibri thalassinus</i>	32
3.6. <i>Colibri delphinae</i>	33
3.7. <i>Phaethornis yaruqui</i>	34
3.8. <i>Heliodoxa jacula</i>	35
3.9. <i>Heliodoxa rubinoides</i>	37
3.10. <i>Doryfera ludovicae</i>	38
Capítulo IV. Materiales y Métodos.....	41
4.1. Área de estudio.....	41
4.1.1. Vegetación.....	42
4.1.2. Fauna.....	42
4.2. Ubicación y establecimiento de los puntos de muestreo.....	43
4.3. Procedimiento de muestreo.....	44
4.4. Determinación del peso y aspectos morfológicos.....	46
4.5. Técnicas de laboratorio para el estudio de parámetros hematológicos.....	48
4.6. Análisis de laboratorio.....	48
4.7. Análisis de la información.....	49
4.7.1. Análisis comparativo por cada parámetro sanguíneo.....	49
4.7.2. Comparación de los parámetros sanguíneos entre géneros de colibríes.....	49
4.7.3. Análisis multivariado de la información.....	49

Tema	Pág.
Capítulo V. Resultados.....	51
5.1. Valores hematológicos registrados en los seis géneros de colibríes en relación con los valores reportados para aves.....	52
5.2. Comparación de los parámetros sanguíneos entre géneros de colibríes.....	61
5.3. Análisis de Componentes principales (ACP).....	70
Capítulo VI. Discusión.....	74
6.1. Parámetros sanguíneos.....	74
6.2. Análisis multivariado de información.....	80
Capítulo VII. Conclusiones y Recomendaciones.....	83
7.2. Conclusiones.....	82
7.3. Recomendaciones.....	83
Literatura Citada.....	84
Anexos.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la sangre.....	6
Figura 2. Eritrocitos aviares.....	8
Figura 3. Leucocitos aviares.....	9
Figura 4. Linfocito aviar.....	10
Figura 5. Monocito aviar.....	11
Figura 6. Granulocito heterófilo aviar.....	12
Figura 7. Granulocito eosinófilo aviar.....	13
Figura 8. Granulocito basófilo aviar.....	14

Tema	Pág.
Figura 9. Trombocitos (Plaquetas).....	15
Figura 10. <i>Agelaiocercus coelestis</i>	27
Figura 11. <i>Amazilia tzacatl</i>	28
Figura 12. <i>Amazilia franciae</i>	30
Figura 13. <i>Colibri coruscans</i>	31
Figura 14. <i>Colibri thalassinus</i>	32
Figura 15. <i>Colibri delphinae</i>	34
Figura 16. <i>Phaethornis yaruqui</i>	35
Figura 17. <i>Heliodoxa jacula</i>	36
Figura 18. <i>Heliodoxa rubinoides</i>	38
Figura 19. <i>Doryfera ludovicae</i>	39
Figura 20. Área de Estudio en relación al Distrito Metropolitano de Quito.....	42
Figura 21. Imagen satelital con la ubicación de los lugares de muestreo.....	44
Figura 22. Flores de <i>Satyria meiantha</i>	46
Figura 23. Extracción de especímenes de colibríes de las redes de neblina.....	47
Figura 24. Detalle del sector de venopunción.....	47
Figura 25. Jeringa para insulina.....	48
Figura 26. Contenedor con gel antibacteriano helado para transporte de muestras al laboratorio.....	48
Figura 27. Concentración de Albúmina.....	52
Figura 28. Concentración de Ácido Úrico.....	53
Figura 29. Concentración de Asparto Amino Transferasa (AST).....	53
Figura 30. Concentración de Creatin Fosfo Quinasa (CPK).....	54
Figura 31. Concentración de Colesterol.....	55
Figura 32. Concentración de Calcio.....	56
Figura 33. Concentración de Fósforo.....	56
Figura 34. Concentración de Fosfatasa Alcalina.....	57
Figura 35. Concentración de Glucosa.....	57

Tema	Pág.
Figura 36. Concentración de Gamma Glutamil Transaminasa (GGT).....	58
Figura 37. Concentración de Proteínas.....	59
Figura 38. Concentración de Triglicéridos.....	59
Figura 39. Análisis de Componentes Principales.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización geográfica de los sitios de muestreo.....	45
Tabla 2. Niveles de concentración de Glucosa en las 21 muestras sanguíneas analizadas correspondientes a 6 géneros de colibríes.....	50
Tabla 3. Valores hematológicos registrados en colibríes del presente estudio en relación con valores referenciales para aves en general.....	52
Tabla 4. Valores de Albúmina registrados en 21 muestras sanguíneas procedentes de 6 géneros de colibríes.....	61
Tabla 5. Valores de Ácido Úrico registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	62
Tabla 6. Valores de Asparto Transaminasa registrados en 21 muestras Sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	63
Tabla 7. Valores de Creatin Fosfo Quinasa registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	63
Tabla 8. Valores de Colesterol registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	64
Tabla 9. Valores de Calcio registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	65
Tabla 10. Valores de Fósforo registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	66
Tabla 11. Valores de Fosfatasa Alcalina registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	67

Tema	Pág.
Tabla 12. Valores de Glucosa registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	67
Tabla 13. Valores de Gamma Glutamil Transaminasa registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	68
Tabla 14. Valores de Proteínas registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	69
Tabla 15. Valores de Triglicéridos registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes.....	70
Tabla 16. Varianza total del Análisis de Componentes principales.....	71
Tabla 17. Matriz de componentes del ACP.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de los parámetros analizados en el Análisis de Componentes Principales.....	92
Anexo 2. Matriz de correlaciones del Análisis de Componentes Principales.....	94
Anexo 3. Matriz de componentes.....	96
Anexo 4. Glosario de Términos Técnicos.....	97

RESUMEN

En 1997, la zona de Nanegalito junto con otras poblaciones como Nono, Tandayapa, Mindo, fue nominada como la primera IBA (Important Bird Area) de Ecuador, por varias Organizaciones no Gubernamentales lideradas por *Aves y Conservación* de Ecuador y *Birdlife International*. En la presente investigación se efectuó un estudio bioquímico sanguíneo con el propósito de inferir el estado de salud de los colibríes que habitan esta zona, para lo cual se tomaron muestras de sangre en individuos de 76 especies de colibríes. El análisis sanguíneo incluyó la toma de muestras de suero y su estudio, a través de exámenes de laboratorio que consideraron los valores de: asparto amino transferasa, ácido úrico, albúmina, colesterol y triglicéridos, creatina-fosfoquinasa, calcio, gamma glutamil transferasa, glucosa, fosfatasa alcalina, fósforo, proteínas totales. En algunos de estos parámetros los análisis de las muestras arrojaron valores fuera del rango reportado en literatura; como por ejemplo, en el parámetro Triglicéridos en el que el rango obtenido estuvo entre 124,8 a 477,6 mg/dl, cuando los valores normales en aves van de 50 a 120 mg/dl. Considerando que hay parámetros bioquímicos sanguíneos cuyos valores se encuentran fuera de los rangos normales, se puede manifestar que algunas especies de colibríes no tienen en la actualidad un buen estado de salud en cuanto a las características controladas o definidas por estos parámetros; sin embargo, dado lo poco que se ha estudiado a este grupo en cuanto a sus características hematológicas, se recomienda ampliar las investigaciones de este grupo en Ecuador y países vecinos.

Palabras clave: Nanegalito, colibríes, parámetros sanguíneos, estado de salud.

ABSTRACT

In 1997, the area of Nanegalito, along with other towns such as Nono, Tandayapa, and Mindo, was nominated as the first IBA (Important Bird Area) of Ecuador by several NGOs led by *Aves y Conservación* de Ecuador and *Birdlife International*. In the present research (2013-2014) a biochemical blood study was performed in order to infer the health status of hummingbirds that inhabit this area, for which blood samples were taken from individuals from 76 species of hummingbirds. The analysis included blood serum sampling and study through laboratory tests. The values of aspartate amino transferase, uric acid, albumin, cholesterol and triglycerides, creatine-phospho-kinase, calcium, gamma glutamyl transferase, glucose, alkaline phosphatase, phosphorus, and total proteins were analyzed. In some of these elements, the analysis of samples showed values outside the range reported in literature. Triglycerides, for example, were between 124.8 to 477.6 mg / dl, although the normal range for birds is between 50 to 120 mg / dl. Considering that some values are outside the normal healthy range, it can be said that some species of hummingbirds do not currently have a good health status in terms of features controlled or defined by these parameters; however, given how little this group of birds has been studied in terms of their hematological characteristics, we recommend performing more studies of this type on hummingbirds in Ecuador and in neighboring countries.

Keywords: Nanegalito, hummingbirds, blood parameters, health status.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los colibríes son aves del Orden Apodiformes, Familia Trochilidae; existen alrededor de 328 especies en el neotrópico. Se los puede encontrar desde Alaska hasta el sur de Chile y Argentina. Su mayor diversidad se encuentra en Ecuador, Colombia y Perú. La multiplicidad de hábitats que posee nuestro país ha sido determinante para la diversidad de especies que aquí existen (Rampón, 2003).

En cuanto a su forma de vida, los colibríes no son conspicuos o su vida se ve afligida en terrenos drásticamente alterados, como las grandes ciudades y las zonas afectadas por la “savanización” para ganadería o plantaciones industriales como banano, palma, soya, etc., tampoco en monocultivos que desplazan a las especies de plantas que sirven de alimento a los colibríes, como por ejemplo los bosques de eucalipto comunes en países como Ecuador, Brasil, etc.; en algunos Estados de Norteamérica como California, se pueden encontrar solo una o dos especies de colibríes que se alimentan del néctar de este árbol, a pesar de la abundancia de néctar que produce. Esto sugiere que aunque el néctar es importante para estas aves, factores como la presencia de insectos en su dieta y de lugares y materiales naturales para los nidos pueden influir también fuertemente en su distribución (Ortiz, 2003).

Entre las principales amenazas a la biodiversidad de colibríes en Ecuador se encuentran la pérdida y degradación de los ecosistemas, su cacería o captura indiscriminada, el tráfico de vida silvestre, la contaminación, la presencia de animales introducidos, entre otros. Estas amenazas afectan a la biodiversidad en general tanto a nivel mundial como nacional y regional. La pérdida de la diversidad biológica conlleva al empobrecimiento de los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos en la región que la adolece, puesto que todo organismo

es importante para la evolución y mantenimiento de los ecosistemas que conforman la biosfera (Dominic, 2011).

1.1. Planteamiento del problema

La interacción colibrí-planta es un mutualismo que implica adaptaciones o coadaptaciones orientadas desde el punto de vista de la planta a tener el vector óptimo para su polen y desde el punto de vista del ave a tener una fuente óptima de néctar (Stiles, 2000).

Las flores polinizadas por colibríes presentan diversos tipos y mecanismos florales, con predominio de ciertas características de forma y color de las flores, orientación en el vástago, calidad y cantidad del néctar y ciclos fenológicos; estos caracteres permiten casi siempre identificar fácilmente a las flores polinizadas por colibríes. Se origina, por tanto, la existencia de una fuerte presión selectiva por parte de los colibríes considerando las características mencionadas, sin que por esto ellos se restrinjan a un tipo específico de flor para visitarla. Se reconoce entonces un oportunismo en el comportamiento de forrajeo de los colibríes, que incluso puede ocasionar visitas a flores "no-ornitófilas", o visitas donde no hay transferencia de polen, o donde la transferencia es inadecuada. A pesar de esta amplia gama de posibilidades, es factible esperar que mediante un análisis sistemático de las cargas de polen transportadas por los colibríes, se obtenga información ecológica importante de la relación planta-colibrí, que refleje aspectos de la organización estructural de las comunidades de Troquíidos (Márquez *et al.*, 2001).

Las condiciones de vida y la alimentación que las especies de colibríes obtienen día a día, considerando néctar e insectos principalmente, repercuten en la salud de estas aves; dentro de este contexto la investigación hematológica es una alternativa esencial para estudiar condiciones de salud, enfermedades individuales o poblacionales, en complemento con otras técnicas como la necropsia (Cabrera, 2010).

Un hemograma es uno de los estudios de rutina de mayor importancia, los parámetros normales pueden ser un indicador del buen estado de salud de un animal; sin embargo, un hemograma normal no excluye por completo la posibilidad de que el ave sea un portador asintomático de entidades como la psitacosis, enfermedades víricas o infecciones localizadas (Gálvez *et al.*, 2009).

En las aves existen tres tipos de células que se evalúan en un hemograma, para obtener un diagnóstico referente a su salud: glóbulos rojos o eritrocitos, glóbulos blancos o leucocitos y trombocitos o plaquetas, estos dos últimos producidos en la médula ósea mediante el proceso de fragmentación citoplasmática y que juegan un papel importante en la homeostasis (Cabrera, 2010).

Otro factor relevante es el plasma sanguíneo que permite determinar a través de su color si existe alguna condición especial en la salud de un individuo, como por ejemplo la lipemia que es una característica de las aves que se alimentan de una dieta rica en grasas y pueden tener un alto peso corporal. Igualmente en el plasma se evalúa la presencia y abundancia de proteína para determinar si hay, por ejemplo, un hígado graso o desórdenes pancreáticos lo cual podría indicar que el ave está en época de reproducción y muestra un plasma lipémico, así también se puede evaluar la presencia de parásitos (Gálvez *et al.*, 2009).

El estudio hematológico y bioquímico de la sangre puede ser de gran utilidad para el conocimiento de la fisiología y la adaptación de las especies al medio. Es también una parte importante en el estudio clínico, ya que puede aportar información de interés a la hora de confirmar un diagnóstico, seguir la evolución o determinar el grado de importancia de un proceso patológico. Tanto en uno como en otro caso la interpretación de los resultados pasa por la determinación de la normalidad de los datos obtenidos (Scheriner, 1997).

Por tanto, también el estado de salud de las aves silvestres, como los colibríes por ejemplo, termina siendo un buen indicador de la calidad del hábitat; es así como el

conocer el estado de salud de los colibríes de Nanegalito y localidades cercanas vuelve importante al presente estudio ya que por medio de él se podrá inferir la calidad del hábitat local y si se encuentra o no apto para la sobrevivencia de estas especies.

1.2. Justificación

Los colibríes que habitan Nanegalito y zonas contiguas tienen una actividad forrajera habitual en los bosques locales, permitiendo el desenlace exitoso del proceso de polinización en numerosas especies vegetales nativas; sin embargo, las actividades antropogénicas como la implementación de pastos para ganado vacuno y monocultivos (reemplazando varias zonas boscosas originales) han afectado los hábitos cotidianos originales de estas aves.

Por tanto, resulta imprescindible determinar el estado de salud actual de estas aves en la zona ya que de él dependerá directa o indirectamente que muchas especies vegetales locales puedan tener éxito en su proceso reproductivo. A la vez la determinación del estado de salud de estas aves podría ser un indicador indirecto del efecto que pudiera estar teniendo el desarrollo de algunas actividades humanas en la zona, de tipo agropecuario principalmente.

1.3. Objetivos e Hipótesis

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el estado de salud de los colibríes de Nanegalito y áreas aledañas (noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito) por medio de análisis químico sanguíneo y compararlo a nivel de géneros.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado de salud de los colibríes que habitan la zona de bosque primario y secundario de Nanegalito y áreas contiguas, por medio de análisis químico sanguíneo del hematocrito.

- Establecer los valores de los parámetros sanguíneos que determinan el estado de salud de los colibríes utilizando indicadores de análisis: glucosa, triglicéridos, fosfata alcalina, ácido úrico, GGT, fósforo, calcio, CPK, AST, albúmina, colesterol y proteínas.
- Comparar el estado de salud de los colibríes de Nanegalito y áreas cercanas al nivel taxonómico de género.
- Aportar al país con los primeros datos sobre parámetros sanguíneos en colibríes que determinen niveles de salud referenciales.

1.3.3. Hipótesis

- Los parámetros de calidad sanguínea en colibríes constituyen buenos indicadores de su estado de salud.
- El estado de salud de los colibríes capturados y que frecuentan ambientes de bosque primario y secundario es mejor que el de los colibríes en áreas de pastizales y monocultivos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Hematología de las aves

La sangre es un tejido conjuntivo especializado cuya matriz es líquida y circula por todos los capilares, arterias y venas de todos los vertebrados (Figura 1); contiene hemoglobina la cual es una proteína globular que se encuentra en grandes cantidades dentro de los glóbulos rojos y es de vital importancia fisiológica, para el aporte normal de oxígeno a los tejidos (Brandan *et al.*, 2008).

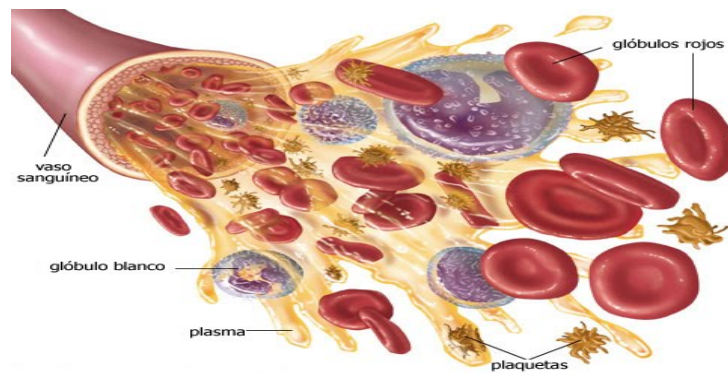


Figura No. 1. Componentes de la sangre.

Fuente: www.estudiossistemasbiologicos.blogspot.com, 2010.

La sangre contiene un pigmento rojo que se encuentra en los eritrocitos, tiene dos fases: una sólida que está compuesta de elementos con forma que incluyen a eritrocitos, leucocitos y plaquetas, y una fase líquida o plasma sanguíneo (la parte no celular de la sangre) la cual suele ser examinada para determinar color, presencia de proteínas y de parásitos. La sangre está compuesta en un 90% de agua; proteínas plasmáticas 7%; albúmina, fibrinógeno, globulinas α , β , γ , lípidos 1%; glucosa, vitaminas, hormonas 1%; iones, gases disueltos, urea 1 %. (Hall, 2000). Cumple con varias e importantes funciones:

2.2. Transporte

La sangre lleva sustancias nutritivas, oxígeno, iones, hormonas, entre otras, que las células necesitan para sobrevivir y regular sus funciones; también transporta las sustancias de desecho y el CO₂ eliminados como resultado del metabolismo. Esto significa que la sangre, por tanto, también cumple con funciones de nutrición, excreción de sustancias de desecho y regulación del metabolismo (Hall, 2000).

2.3. Equilibrio

La sangre es el principal regulador de la homeostasis corporal, cumple tres funciones: en primer lugar, el 5% del peso corporal está representado por el agua del plasma sanguíneo, la cual se equilibra constantemente con el líquido intercelular y el intracelular, con el fin de mantener una cantidad constante, renovándose a partir del agua ingerida y eliminándose el exceso a través de los riñones (equilibrio hídrico). En segundo lugar, la concentración de iones, y por ende, la osmolaridad del medio, también es mantenida mediante mecanismos de absorción y excreción, constituyendo el plasma el reservorio de iones para las funciones celulares (equilibrio electrolítico). Por último, las funciones celulares dependen de estrechos márgenes de pH, los cuales son regulados por sistemas amortiguadores o buffers, estos se encuentran en el plasma sanguíneo (equilibrio ácido-básico). Los sistemas amortiguadores más importantes del tejido sanguíneo son las proteínas plasmáticas, el buffer fosfato y el buffer bicarbonato (Cabrera, 2010).

2.4. Barreras de defensa

Muchas de las células sanguíneas están involucradas en procesos activos de defensa contra agentes patógenos vivos y virales. Los anticuerpos que se encuentran en el plasma sanguíneo, tienen una actividad específica contra patógenos y sustancias tóxicas de naturaleza compleja (venenos y toxinas proteicas) (Cabrera, 2010).

2.5. Termorregulación

La alta capacidad calórica del agua, le confiere al plasma sanguíneo la función de regulador térmico para conservar el calor corporal. De igual modo, se logra eliminar calor mediante la eliminación del agua plasmática a través de la orina y la mayor ingesta de agua a menor temperatura (Cabrera, 2010).

2.6. Elementos celulares de la sangre aviar

2.6.1. Morfología de los eritrocitos

Los eritrocitos son los transportadores de oxígeno a los tejidos, representan alrededor del 43 al 45 % del volumen sanguíneo. Los eritrocitos maduros son anucleados en los mamíferos, es decir, no poseen núcleo porque lo expulsan en la médula ósea antes de entrar en el torrente sanguíneo; sin embargo, esto no ocurre en aves, anfibios, reptiles y otros animales. Los eritrocitos de las aves poseen un núcleo centrado, son más largos y planos, con una forma elíptica, tienen forma de disco bicóncavo deprimido en el centro (Figura 2). Esta forma particular aumenta la superficie efectiva de la membrana (Sturkie y Griminger, 1986).

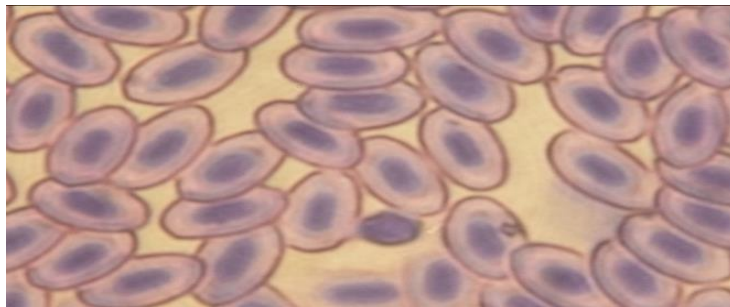


Figura No. 2. Eritrocitos aviares.

Nota: a diferencia de los mamíferos retienen el núcleo en el interior de la célula. Fuente: Presente estudio.

Los eritrocitos de las aves son más pequeños que los de reptiles y anfibios. El tamaño depende de las especies y los rangos generales van desde los 10,7 μm x 6,1 μm hasta 15,8 μm . x 10,2 μm (Sturkie y Griminger, 1986).

La concentración total de eritrocitos, la cantidad de hemoglobina y el volumen del paquete celular en las aves se encuentran influenciados por la edad, sexo, hormonas, hipoxia, factores ambientales y enfermedades (Herbert *et al.*, 1989).

La vida media de un eritrocito es de 120 días, durante los cuales recorre de forma aproximada, unos 320 kilómetros. Su función básica es la de transportar oxígeno, por medio de la hemoglobina, hacia los tejidos, conteniendo esta proteína en una concentración aproximada de 35%. Teniendo en cuenta que en el exterior de la célula la concentración proteica plasmática es de 7%, su metabolismo mínimo y anaeróbico está destinado casi en exclusiva a mantener el equilibrio osmótico (Campbell y Ellis, 2007).

2.6.2. Morfología de los leucocitos

Son células nucleadas (Figura 3), se originan en la médula ósea, los leucocitos desempeñan un papel importante en el mecanismo de inmunidad innata y adaptativa en la que participan los componentes celulares y humorales, que se activan ante la presencia de un antígeno en el organismo (Estrada *et al.*, 2002).



Figura No. 3. Leucocitos aviáres en la sangre.

Fuente: www.roewebnews.com, 2012.

Su forma es variable y pueden efectuar movimientos ameboides. A diferencia de los eritrocitos, los leucocitos son solo parcialmente funcionales en el torrente sanguíneo. Su capacidad de movimiento les permite atravesar los vasos sanguíneos hacia o desde los tejidos circundantes.

En general, estos son responsables de la fagocitosis, que es uno de los procesos de defensa, la producción de anticuerpos y la liberación de sustancias citotóxicas. En la sangre de las aves se clasifican en linfocitos, monocitos y granulocitos, estos últimos a su vez comprenden los neutrófilos, basófilos y eosinófilos (Estrada *et al.*, 2002).

2.6.2.1. Linfocitos

Células de forma redondeada (Figura 4), tienen un núcleo esférico voluminoso y compacto, ocasionalmente presentan una irregularidad citoplasmática cuando se observa en un frotis sanguíneo. Los linfocitos tienen una cromatina nuclear aglutinada, los atributos citoplasmáticos son importantes cuando se trata de diferenciar los pequeños linfocitos de los trombocitos. Los trombocitos tienen un citoplasma claro y sin color, usualmente vacuolado con gránulos específicos distintos. A veces se encuentran estos linfocitos en un frotis sanguíneo aviar de un individuo normal sin enfermedad; sin embargo, la presencia de estos linfocitos reactivos sugiere generalmente que existe una asociación a una estimulación antigénica con una enfermedad infecciosa (Swayne *et al.*, 1986).

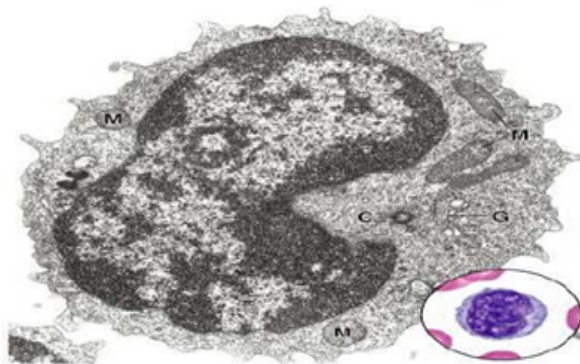


Figura No. 4. Linfocito aviar.

Fuente: (Cabrera, 2010).

2.6.2.2. Monocitos

Los monocitos aviares son típicamente leucocitos más largos presentes en la sangre y cuando son observados en un frotis sanguíneo son parecidos a sus contrapartes en mamíferos, estos varían en forma desde redonda a ameboidea. Los monocitos muestran actividad fagocítica y migran a los tejidos para convertirse en macrófagos (Harmon y Blisson, 1990).

Los monocitos y macrófagos (Figura 5), poseen químicos biológicamente activos que reaccionan e intervienen en la destrucción de organismos invasores. Los monocitos también juegan un rol importante en los procesos inmunológicos. Con la excepción de los osteoblastos, todos tienen la capacidad de fagocitar y destruir patógenos tales como protozoarios, bacterias, hongos, y virus, así como células infectadas por virus, células tumorales transformadas y restos celulares. Son capaces de procesar los antígenos de los patógenos fagocitados y presentar estos antígenos a los linfocitos, dando inicio a la cascada de eventos llamada respuesta inmune. También producen sustancias que estimulan la generación de nuevos granulocitos (granulopoyesis) y glóbulos rojos (eritropoyesis). Su función como fagocitos los hace muy abundantes en las infecciones bacterianas (Cabrera, 2010).

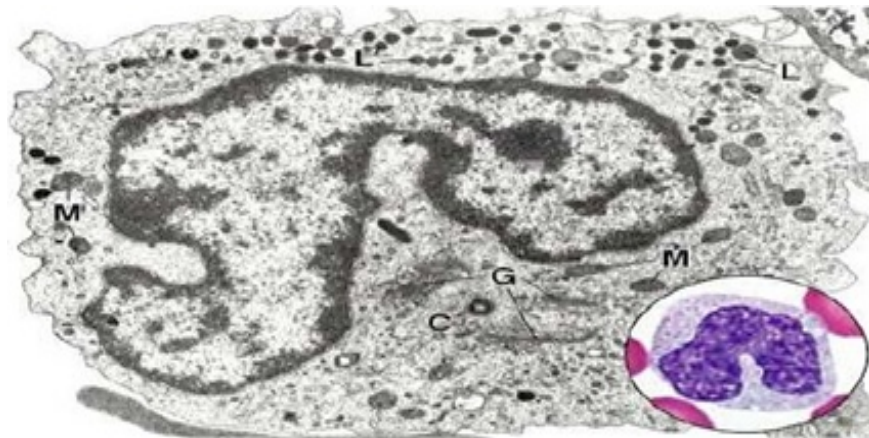


Figura No. 5. Monocito aviar.

Fuente: Cabrera, 2010.

2.6.2.3. Granulocitos

Células que poseen un núcleo polimorfo y numerosos gránulos en su citoplasma, los granulocitos citoplasmáticos contienen enzimas bactericidas lisosomales y no lisosomales, las cuales juegan un papel muy importante en el rol de la fagocitosis. Existen tres tipos de leucocitos granulocitos: heterófilos (conocidos como neutrófilos en mamíferos), eosinófilos y basófilos (Bruñe y Spitznagel, 1973).

Granulocitos Heterófilos

Son el equivalente funcional a los neutrófilos en los mamíferos, es el más abundante tipo de granulocito en muchas especies de aves. En general los heterófilos (Figura 6), tienden a ser redondos, aunque su forma es distorsionada, y su diámetro principal está en 8,8 μm . Los heterófilos juegan un papel crucial en el control de la invasión bacteriana, viral y parasitaria y la subsecuente patogénesis de bacterias en las aves. Tienen una efectiva participación en las infecciones parasitarias o virales (Rose *et al.*, 1979).

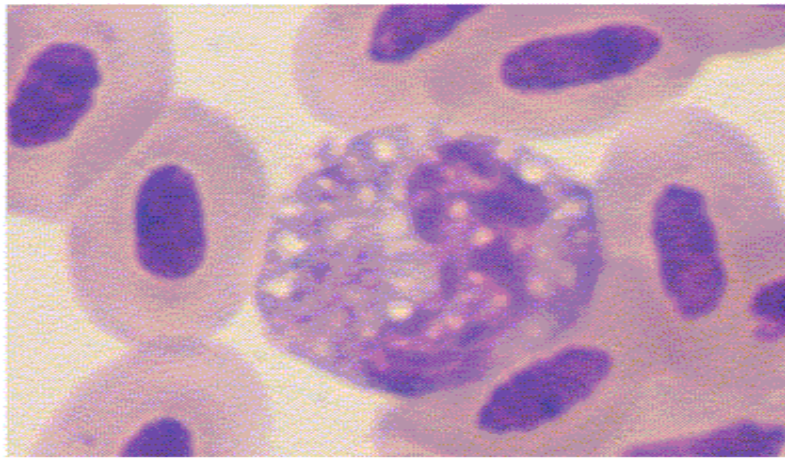


Figura No. 6. Granulocito heterófilo aviar (centro).

Fuente: Presente estudio.

Ante la presencia de ciertas bacterias patógenas como *Salmonella* spp. y *Escherichia coli*, los heterófilos parecen ser más efectivos que los macrófagos en la ausencia de anticuerpos asistidos que destruyan o fagociten las bacterias. En respuesta a enfermedades sistémicas severas, los heterófilos aviares muestran cambios tóxicos similares a los que han sido observados en los neutrófilos en mamíferos, los cambios tóxicos se cuantifican con respecto al número de células tóxicas y la severidad toxica presente (Weiss, 1984).

Granulocitos Eosinófilos

La mayoría de los eosinófilos aviares (Figura 7) son similares a los heterófilos en tamaño, aunque su variación depende de cada especie, el diámetro principal de los eosinófilos es de 7,9 μm en promedio, mientras que el diámetro principal de los heterófilos es de 8,8 μm . (Maxwell, 1984). Los gránulos específicos de los eosinófilos parecen ser similares a los que están presentes en los mamíferos y contienen altas concentraciones de arginina y enzimas como peroxidasas, ácido fosfatasas y arilsulfatasas (Dieterien-Lievre, 1988).

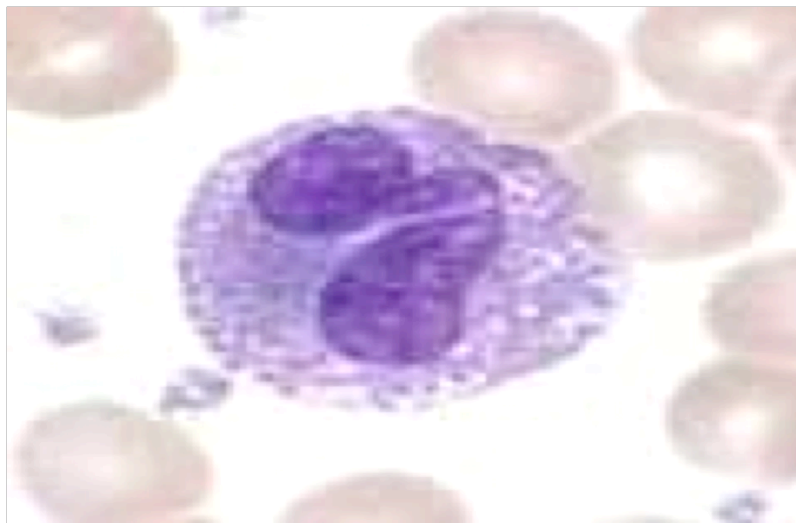


Figura No. 7. Granulocito eosinófilo aviar (centro).

Fuente: Presente estudio.

Granulocitos Basófilos

Los basófilos aviares (Figura 8) contienen profundos gránulos metacrómicos que usualmente oscurecen el núcleo, el cual usualmente no es elongado. La función de los basófilos no es conocida pero se presume que es similar a la de los basófilos en los mamíferos, los cuales liberan histaminas y otras sustancias durante una fase inflamatoria o como parte de una reacción alérgica (Dieterien-Lievre, 1988).

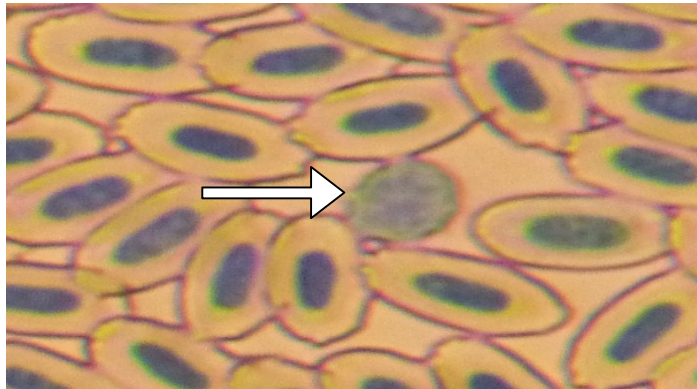


Figura 8. Granulocito basófilo aviar.

Fuente: Presente estudio.

2.6.3. Plaquetas (trombocitos):

Las plaquetas (Figura 9) juegan un papel fundamental en el proceso de coagulación sanguínea y en la retracción del coágulo; su citoplasma contiene mitocondrias, aparato de Golgi, citoesqueleto, lisosomas, glucógeno y gránulos de secreción de índole variada. Los gránulos contienen proteínas con actividad promotora de la coagulación, antiheparínicos, antiinflamatorios y promotores del crecimiento celular. En las aves, las células plaquetarias conservan el núcleo, sin cambio de las funciones coagulativas, por lo que son llamados trombocitos. Los trombocitos tienen cierta capacidad fagocítica, algo que no ocurre en las plaquetas de los mamíferos (Cabrera, 2010).

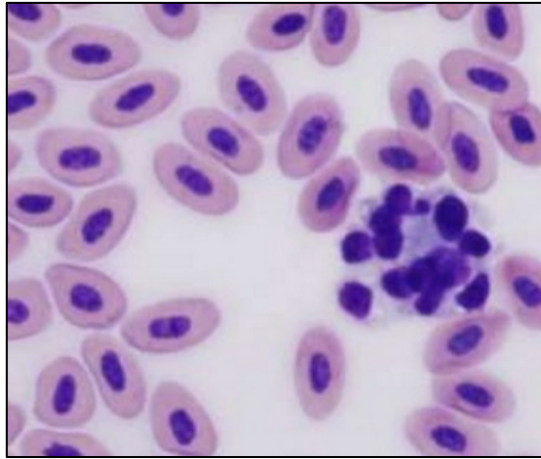


Figura 9. Trombocitos (plaquetas) aviares, cúmulo al lado derecho.

Fuente: Presente estudio.

2.7. Componentes del plasma sanguíneo

2.7.1. Albúmina

Proteína que se encuentra en gran proporción en el plasma sanguíneo, siendo la principal en la sangre, se sintetiza en el hígado, en aves (Ramphastidos) los valores de concentración normales oscilan entre 0,92 a 2,67 g/dl (Fowler, 2001). Cuando el valor de la albúmina en la sangre se encuentra más elevado de lo normal, significa que el ave podría tener alguna enfermedad hepática, de un proceso inflamatorio o gastrointestinal y renal, dándose una interpretación como una enfermedad infecciosa crónica (Tuberculosis, Clamidosis, Aspergilosis). Cuando hay una hipoalbumemia podría interpretarse como una condición de hepatopatía y/o nefropatía (Molina, 2004).

2.7.2. Ácido Úrico

Es un producto de desecho del metabolismo del nitrógeno en el cuerpo, se descarta como urea en la orina en pequeñas cantidades. Es creado cuando el cuerpo descompone sustancias llamadas purinas, las cuales se obtienen al consumir algunos alimentos y bebidas. La mayor parte del ácido úrico se disuelve en la sangre y viaja a los riñones para convertirse en urea.

En algunos animales como las aves, reptiles y muchos artrópodos, es el principal producto de desecho y se expulsa con las heces. Los valores normales para aves en este parámetro son de 2 a 11 mg/dl. Cuando las aves sobrepasan el nivel normal puede interpretarse como fallo renal, ayuno, trauma tisular o contaminación de la muestra (Molina, 2004).

2.7.3. Asparto Aminotransferasa (AST)

Enzima que se encuentra en altas cantidades en las células del miocardio, el hígado y los músculos. También se encuentra en menores cantidades en otros tejidos. En aves es primordial ya que el AST ayuda al hígado a construir y a eliminar otras proteínas. El valor normal en la mayoría de especies está poco más arriba de 330 UI/l. La AST se eleva en cualquier situación que exista daño hepático y daño pulmonar (Hoefler, 2013). También se encuentra presente en hematíes, músculo esquelético, riñón y cerebro, por lo cual ante la presencia de daño en cualquiera de estos sitios también elevará su concentración sérica. La AST fue definida como marcador bioquímico para el diagnóstico de infarto agudo de miocardio (IAM) en 1954 (Hoefler, 1994).

2.7.4. Calcio

Todas las células necesitan calcio para funcionar. El calcio ayuda a desarrollar huesos fuertes; igualmente, es importante para la función cardíaca y ayuda con la contracción muscular, las señales nerviosas y la coagulación sanguínea. Las medidas normales usualmente están en el rango 8-12 mg/dl; la deficiencia de los niveles de calcio, generalmente causada por una dieta pobre en él, podría generar debilidad en los individuos y puestas de huevos frágiles. Algunas aves como los loros africanos grises, son susceptibles a tener hipocalcemia y tétanos. Los niveles altos de calcio en la sangre son factores indicativos de actividades de reproducción en las hembras, en tales casos pueden tener valores tan altos como 25mg/dl (Hoefler, 2013).

2.7.5. Colesterol

El colesterol es una sustancia suave similar a la cera, se encuentra en todas las partes del cuerpo, es un componente muy importante en la membrana plasmática de los animales (no existe en vegetales), precursor de la vitamina D, precursor de hormonas sexuales, sales biliares, balsas de lípidos, entre otros. Para que exista un adecuado funcionamiento del cuerpo, éste necesita del colesterol, pero a su vez si éste está por encima de los parámetros indicados como “buenos”, entonces podríamos decir que existe una condición de colesterol alto que pudiera taponar las arterias y producir una condición cardiopática, accidente cerebrovascular y otros problemas. Los valores normales para aves (Ramphastidos) dentro de un parámetro regular van desde 104 a 254 mg/dl (Fowler, 2001).

Valores altos de colesterol podría estar indicando hipertiroidismo, enfermedad hepática, dieta rica en grasas, obstrucción de conductos biliares. Cuando al contrario los valores son bajos se podría interpretar como enfermedad hepática, aflatoxicosis, dieta baja en grasa (Molina, 2004).

2.7.6. Creatina Fosfo Quinasa (CPK)

Enzima localizada primordialmente en las células musculares, corazón, cerebro y músculos esqueléticos. Su concentración elevada está relacionada con daño muscular, trauma, desgaste por actividad física. Las aves que gastan mucha energía como las palomas mensajeras pueden tener elevados valores de CPK después de un largo vuelo, por ejemplo. Para estimar que las aves están bien, los valores normales de este parámetro no deberían sobrepasar las 178 UI/l (Schreiner, 1997). Otros autores dan para algunas clases de aves valores desde las 100 a 500 UI/l (Goncalves, 2011).

La enzima CPK se encuentra en tejidos y células que consumen ATP rápidamente, como los tejidos músculo-esquelético, cerebro, células fotorreceptoras de la retina, células ciliadas del oído interno, espermatozoides y músculo liso, sirve como medio de regeneración de ATP *in situ*. Clínicamente, la creatina quinasa suele ser (en los análisis de sangre) un marcador de infarto de miocardio (ataque al corazón), rhabdomiolisis (descomposición muscular severa), distrofia muscular, myositides (dolor muscular) autoinmunes y de insuficiencia renal. Cuando sobrepasa los valores normales, se interpreta como que las aves pudieran tener una necrosis muscular, deficiencia de vitamina E y Selenio, clamidiasis, septicemia, neuropatías e intoxicación por plomo (Molina, 2004).

2.7.7. Fosfatasa Alcalina

Enzima hidrolasa que se encuentra en todos los tejidos corporales. Los tejidos que contienen las cantidades más altas de FA son el hígado, las vías biliares y los huesos, procede de la ruptura normal de las células sanguíneas y de otros tejidos, algunas FA se encuentran relacionadas con la coagulación y el sistema del complemento, el cual es un mecanismo de defensa cuya misión principal es eliminar patógenos de la circulación. (Berk y Korenblat, 2007). Los valores hematológicos normales en aves están entre 14 a 88 UI/l (Fowler, 2001). Otros autores indican que los valores, dependiendo de la clase de ave, van desde los 42 a 479 UI/L. (Goncalves, 2011). Tanto su aumento como disminución en el plasma sanguíneo tienen un significado clínico: el aumento puede identificar enfermedades óseas de Paget, obstrucción hepática, hepatitis, hepatotoxicidad y osteomalacia; mientras que su disminución podría indicar déficit de vitamina C (Martin, 2011).

2.7.8. Fósforo

Mineral esencial que necesita el cuerpo; al mezclarlo con calcio se obtiene huesos fuertes. Es importante para la contracción muscular y las señales nerviosas. Los valores normales para humanos van desde 2,4 a 4,1 mg/dl; en aves éstos son todavía relativamente desconocidos: algunos autores sugieren un rango de entre 0,83 a 2,38 como normal. Niveles por encima de lo normal causarían hiperfosfatemia y podrían deberse a afecciones como: enfermedad hepática, insuficiencia renal, demasiada vitamina D, hipoparatiroidismo, entre otras. Cuando los niveles son inferiores al rango normal, causan hipofosfatemia y podrían originarse en: hipercalcemia, hiperparatiroidismo, desnutrición grave, muy poca ingesta de fosfato o vitamina D, lo que puede degenerar en cuadros de raquitismo u osteomalacia (Yu, 2011).

2.7.9. Gama Glutamil Transferasa (GGT)

Esta enzima se produce en varios tejidos corporales, principalmente en el hígado y la vesícula. El hígado almacena energía proveniente de los alimentos, produce proteínas, ayuda a eliminar toxinas y produce la bilis, un líquido presente en el proceso digestivo que ayuda al organismo a absorber grasas. La vesícula almacena bilis hasta que el cuerpo la necesita. Cuando por algún motivo ocurre una destrucción de las células hepáticas, esta enzima entra en el torrente sanguíneo, motivo por el cual es posible detectarla en un análisis de sangre (Bradley *et al.*, 2013).

Los valores normales de GGT para aves adultas van desde 12 a 14 UI/l (D'aloia *et al.*, 2007). La medición de los niveles de GGT ayuda a los médicos a evaluar las enfermedades hepáticas, de la vesícula y de los conductos biliares (los pequeños tubos que transportan bilis del hígado a la vesícula y el intestino). También puede utilizarse para determinar si existen daños en el hígado causados por la ingestión de sustancias tóxicas (Kidshealth, 2013).

2.7.10. Glucosa

Es el compuesto orgánico más abundante de la naturaleza. Es la fuente primaria de síntesis de energía de las células, mediante la oxidación catabólica, y es el componente principal de polímeros de importancia estructural como la celulosa y de polímeros de almacenamiento energético como el almidón y el glucógeno. Cuando los valores de la glucosa están altos se puede determinar que existe estrés, diabetes mellitus e hipertermia. Cuando está bajo se puede decir que existe inanición, malnutrición, enfermedad hepática y septicemia (Molina, 2004).

Los niveles de glucosa en las aves son significativamente altos si los comparamos con los de mamíferos como los gatos o perros (200 a 400 mg/dl) y puede incrementarse con el stress. Los valores en general para aves van desde los 200 a 500 mg/dl (Goncalves, 2011). La diabetes mellitus no es común en aves pero está asociada a niveles de glucosa alta, superiores a 900 mg/dl. Por otra parte, cuando los niveles de glucosa están bajo los 150 mg/dl, deben ser considerados como de seria alerta y de tratamiento emergente (Hoefler, 2013).

2.7.11. Proteínas Totales

Las proteínas totales, incluyendo la albúmina y las globulinas, son un conjunto de compuestos orgánicos de peso molecular elevado, formados por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. La secuencia con la que estos aminoácidos se encadenan y el número de cadenas de aminoácidos determinan cuál es la estructura primaria de las proteínas. Las proteínas son introducidas en el organismo a través de los alimentos, allí se dividen en aminoácidos para luego formar o sintetizar nuevas proteínas. Las proteínas realizan numerosas funciones en nuestro organismo para su correcto funcionamiento, por

ejemplo determinan la forma y estructura de las células, reparan daños tisulares y dirigen casi todos los procesos vitales, inclusive coadyuvan para que las células se defiendan de agentes externos (Palomeque, 1997).

La mayoría de valores de proteínas totales sanguíneas en las aves están aproximadamente en la mitad que los de mamíferos (3,0-5,5 mg/dl). Los estándares de los métodos de medición para albúmina en los mamíferos, no trabajan bien para la medición de albúmina en aves, el mejor método de cuantificación del total de proteínas es usando electroforesis (Hoefler, 2013). Las aves que tienen valores menores a 3 mg/dl se denominan hipoproteínémicas, lo cual suele ser un indicio de que las aves tienen parásitos, enfermedades hepáticas crónicas, o mala absorción, enteropatía o se encuentran malnutridas. Mientras que con valores mayores a 6 mg/dl, se denominan hiperproteínémicas, un indicio de que las aves estarían en un estado de deshidratación e infección o a su vez estarían en época de puesta (Schreiner *et al.*, 2004).

2.7.12. Triglicéridos

Los triglicéridos constituyen la principal reserva energética del organismo animal (como grasas). Son buenos aislantes térmicos que se almacenan en los tejidos adiposos subcutáneos de los animales de climas fríos, como por ejemplo, las ballenas, el oso polar, entre otros (Devlin, 2004). Si por alguna razón, el valor hematológico que se obtiene en un laboratorio estuviera por arriba del promedio, el ave podría tener una condición de hipotiroidismo, enfermedad hepática, dieta rica en grasas, obstrucción de conductos biliares, entre otros. Si el valor hematológico es más bajo que el promedio se determina que el ave tiene una enfermedad hepática, aflatoxicosis, dieta baja en grasa, entre otros (Molina, 2004). Los métodos de evaluación del perfil lipídico en las aves son los mismos que se utilizan en humanos y entre estos están la fórmula de Friedewald ($LDLc = CT - (HDLc + TG/5)$ en mg/dl); en este caso LDLc por sus siglas en inglés significa Low Density Lipoproteins, CT significa Colesterol total, HDLc significa High Density Lipoprotein, TG significa Triglicéridos. Dentro de este contexto, los valores de los triglicéridos para aves pueden estar entre los 50 a 120 mg/dl (Hoefler, 1994).

2.8. Estado de salud de las aves y su relación con parámetros de calidad sanguínea

La integración y el trabajo interdisciplinario entre las ciencias biológicas y de la salud animal surge por una crisis: los niveles impredecibles de enfermedades y la mala salud en muchas especies, generados frecuentemente por cambios ambientales antropogénicos. Algunas enfermedades pueden reducir la biodiversidad localmente, conduciendo a la pérdida de poblaciones y causando extinciones locales o globales. El cambio climático, la contaminación química, el comercio global, los animales domésticos, la modificación de las áreas silvestres, el mal y excesivo uso de los medicamentos son algunos factores que afectan a las especies silvestres de aves (Soler, 2008).

La naturaleza de las aves y su instinto de supervivencia las lleva a simular un aparente buen estado de salud, aun en estados críticos de enfermedad, esta particularidad constituye un mecanismo de defensa que busca evitar que el ave pueda ser detectada como enferma y sea presa fácil de depredadores (Campbell, 1995). Algunos factores como la edad y el sexo podrían afectar el perfil de la salud en las aves; esta es la razón por la cual es importante realizar estudios hematológicos que pueden ser muy útiles a la hora de detectar enfermedades que aún no manifiestan signos clínicos (D'aloia *et al.*, 2007).

2.9. Forrajeo y alimentación de los colibríes

Los colibríes consiguen la energía necesaria para vivir a partir del alimento que colectan a diario. El hecho de que se alimenten de una dieta líquida, cuyo contenido de energía es fácil de estimar, los ha conducido al centro de atención de ecólogos y fisiólogos. Dentro de los estudios realizados se determinó que la capacidad de carga esofageal para el néctar y el ritmo de asimilación intestinal de azúcar limitan la tasa a la cual un colibrí puede colectar comida (Hainsworth, 1978). En confrontación con un mismo tipo de flor, individuos de especies diversas presentes en un mismo lugar demuestran diferencias especie-específicas en su estilo de forrajeo; un ejemplo de esto es un campo sembrado

con la planta cepillo del prado *Castilleja miniata*, los colibríes *Stellula calliope* introdujeron sus picos en las flores a razón de 0,73 a 0,78 veces por segundo, mientras que *Selasphorus rufus* lo hicieron a razón de 0,53 veces por segundo (Martin, 1988); con lo cual se podría decir que los individuos de especies más pequeñas, por tener una masa corporal menor, son menos afectados por la inercia y poseen una mayor agilidad de movimientos a corta distancia.

2.10. Biodiversidad e investigaciones de colibríes en Nanegalito y alrededores

Los colibríes que habitan Nanegalito están bien adaptados a esta zona interandina y de transición hacia el subtrópico, caracterizada por frecuentes lluvias y neblina, con temperaturas relativamente altas y vegetación nativa correspondiente a bosques subtropicales.

Las especies más comunes de observar pertenecen a los géneros: *Amazilia*, *Phaethornis*, *Colibri*, *Heliodoxa*, *Aglaocercus*, principalmente (Ridgely, 2011). En 1997, se consideró a Nanegalito, junto a otras zonas como Nono, Tandayapa y Mindo, como la primera IBA (Important Bird Area).

Las zonas de esta IBA se encuentran en las estribaciones occidentales del volcán Pichincha, en las cuencas altas de los ríos Mindo, Nambillo, Alambi y Nono. En estas áreas se incluye una amplia diversidad de ecosistemas, desde el páramo del Pichincha hasta los bosques piemontanos bajo la población de Mindo (Birdlife International, 2013). La parte media (valle de Tandayapa y Bosque Protector Mindo-Nambillo), con predominancia de bosque nublado, es más extensa. En la parte baja nuevamente el nivel de alteración de los hábitats aumenta, con dominancia de cultivos frutales, pastos para ganado y criaderos de truchas.

Una importante proporción del área está destinada a la conservación. En la mayoría de reservas privadas existen proyectos de turismo y en pocas de ellas de agricultura orgánica y fincas integrales. Varios estudios se han ejecutado en el sector, incluyendo planes de manejo e inventarios de fauna (Palacios 1997, Kirwan y Marlow 1996). En la parte alta se han realizado algunas investigaciones sobre el hábitat y conservación de *Eriocnemis nigrivestis* (Bleiweiss y Olalla, 1983; Krabbe *et al.*, 1994; Santander, 2002), mientras que en las partes media y baja se han realizado algunos estudios específicos sobre el uso de hábitat de las especies, patrones de diversidad, ecología de especies particulares, entre otros (Welford 2000; de Soye *et al.*, 1997; Greeney *et al.*, 1998).

La creación de reservas privadas ha sido una iniciativa notable en el área, lo cual ha controlado de manera importante el avance de la deforestación. En varias de estas reservas se llevan a cabo proyectos de turismo, educación ambiental, agricultura integral orgánica e investigación (Birdlife International, 2013). El área de Nanegalito incluye un rango altitudinal que va desde los 1300 a 1800 msnm (www.ubicaquito.com), por ende los colibríes muestran una extensa variedad de especies.

2.11. Importancia de los colibríes

Desde el punto de vista ecológico, los colibríes cumplen una función muy importante como polinizadores, al visitar las flores hacen contacto con las anteras y reciben el polen, ya que en la base del pico tienen repliegues, plumas en la cabeza y el resto del cuerpo, por lo que ofrecen un espacio más grande y rugoso, mucho mejor que el de un insecto para el transporte del polen. Por otra parte, la fuerte corriente de aire que producen las alas cuando se mantienen quietos frente a una flor probablemente hace que absorban granos de polen, haciéndolos desprenderse de las anteras y depositándose sobre el pico y las plumas faciales (Ortiz, 2003).

2.12. Situación de los colibríes en la parroquia Nanegalito y áreas aledañas

No existe información precisa del estado de este grupo de aves en el área de Nanegalito; por tanto, resulta imprescindible estudiar varios aspectos ecológicos relacionados con ellos, por ejemplo el estado de los hábitats en los que se desarrollan, sus hábitos de vida y/o su nicho, las características de convivencia entre especies diferentes de colibríes (herbívoros, carnívoros, omnívoros) y el estado de salud de estas aves, principalmente.

Sin duda, uno de los eventos más importantes que ocurren en Nanegalito tiene que ver con la labor mutualista que cumplen los colibríes con diferentes plantas locales, por ejemplo la estrecha relación entre los aves del género *Phaethornis* y las plantas del género *Heliconia*, evento también reportado en otras regiones del neotrópico (Dominic, 2011).

CAPITULO III

HISTORIA NATURAL DE LOS COLIBRÍES

OBSERVADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En Nanegalito y zonas aledañas coexisten diez especies de colibríes, incluidos en la investigación realizada: *Agelaiocercus coelestis*, *Amazilia tzcatl*, *Amazilia franceae*, *Colibri coruscans*, *Colibri thalassinus*, *Colibri delphinae*, *Dorifera ludovicae*, *Heliodoxa jacula*, *Heliodoxa rubinoides* y *Phaethornis yaruqui*. Estas especies habitan diferentes tipos de bosque y terrenos con plantaciones: bosque piemontano primario (BPP), bosque piemontano secundario (BPS), Pastizales (PA), Bananeras (BA).

3.1. *Agelaiocercus coelestis* (Gould, 1861)



Figura No. 10. *Agelaiocercus coelestis* (silfo colivioleta).
Fuente: www.wikipedia.org

Identificación:

El macho mide 18-20 cm (7-8”), la hembra 10 cm (4”). Disperso y numeroso en los Andes occidentales.

Como el silfo colilaro (*Agelaiocercus kingi*) el macho con cola muy larga y muy bifurcada, su lado dorsal es azul-violeta resplandeciente. Lo demás es verde, corona iridiscente más bronceada por abajo, con parche gular azul-violeta iridiscente. Hembra con cola más corta y menos bifurcada, lado dorsal de la cola mayormente azul-violeta. Corona celeste brillante, garganta blanca con puntos verdes, pechera blanca limpia (sin puntos), las partes ventrales restantes con un color café rojizo. Los machos en Loja no tienen el parche gular. Podría confundirse con *A. kingi* (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución:

Es común en el sotobosque y bordes de bosque subtropical y piemontano de las estribaciones occidentales de los Andes, hacia el sur hasta El Oro y el este de Loja. Mayormente entre 800 a 1900 msnm, unos pocos se aventuran más abajo o más arriba. Su rango de distribución incluye los Andes occidentales de Colombia y Ecuador (Ridgely y Cooper, 2011).

3.2. *Amazilia tzacatl* (De la Llave 1833, citado por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 11. *Amazilia tzacatl*
Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

Mide 9,5-10 cm (3/4-4”). Es uno de los colibríes más numerosos en áreas semiabiertas y de las tierras bajas húmedas del occidente de Ecuador. Pico rosado, más brillante hacia la base de la mandíbula y más negro hacia la punta. Mayormente verde, con toda la cola contrastantemente rojiza; vientre manchado de gris. El pecho puede verse azulado bajo ciertas condiciones de luz. La característica cola rojiza de esta especie evita confundirla con otras. En las partes más áridas del oeste ecuatoriano se podría confundir con *Amazilia ventriryfa*. Ambas especies se han encontrado juntas en algunas localidades (por ejemplo, en el área del río Ayampe) (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución:

Es común y casi siempre presente en áreas arbustivas y semiabiertas, campos cultivados, jardines y márgenes de bosques naturales a lo largo de casi toda la región costera hasta el sureste de Loja, ausentándose solo en las zonas más áridas como la península de Santa Elena, donde toma su lugar *Amazilia ventriryfa*. Mayormente bajo los 1800 msnm, algo más numeroso bajo los 1200-1300 msnm. En años recientes, se tienen registros esporádicos a elevaciones mayores (2500-2600 msnm), en especial en jardines al norte de Quito. Se distribuye desde México hasta Venezuela y Ecuador. Es bastante generalista en su comportamiento; se alimenta de una gran variedad de flores, principalmente a baja altura, pero también en el dosel de árboles de márgenes de bosque; en ellos se puede congregar con otras especies de colibríes. Defiende agresivamente las fuentes ricas en néctar. También forrajea por insectos tomándolos de hojas y ramas y a veces hurtándolos en telarañas. Es uno de los colibríes más fáciles de observar en su área de distribución (Ridgely y Cooper, 2011).

3.3. *Amazilia franciae* (Bourcier y Mulsant 1846, citados por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 12. *Amazilia franciae* (esmeralda andina)
Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

Este colibrí mide 9 cm (3 ³/₄""). Habita zonas subtropicales y de pie de monte, en las partes más húmedas del oeste de Ecuador y en la estribación oriental andina del extremo sur. Ambos sexos se distinguen por sus partes ventrales inmaculadamente blancas. En el oeste, el macho tiene la corona mayormente celeste iridiscente; la hembra tiene corona verde como el resto de sus partes dorsales (pero con iridiscencia). En el sureste la corona del macho es azul que se extiende hasta la nuca, las hembras de la población occidental tienen la corona verde. Existen otras especies de colibríes con partes ventrales blancas, pero ninguna tiene tanto blanco o casi tan puro como esta especie. Casi todas las otras especies con blanco abajo muestran algunos puntos verdes en los costados.

Ecología y distribución:

Generalmente es una especie común, en el oeste se distribuye desde el límite con Colombia hasta El Oro y el extremo oeste de Loja; prefiere áreas arbustivas, jardines y márgenes de bosque en regiones húmedas, sin descender hacia la planicie occidental

próxima a la línea costera. En la ladera oriental andina habita principalmente en Zamora Chinchipe, no mucho más al norte de la región de Zamora. En el oeste, mayormente entre 300-1800 msnm, en el sureste entre 900-1600 msnm. Se distribuye en los Andes desde Colombia hasta el norte de Perú. En su comportamiento se alimenta cerca del suelo en áreas semiabiertas como lo hacen otros colibríes del mismo género, ingresando rara vez al bosque (Ridgely y Cooper, 2011).

3.4. *Colibri coruscans* (Gould 1846, citado por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 13. *Colibri coruscans* (orejivioleta ventriazul)
Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

Mide 12-13 cm (5”), pico relativamente largo y algo curvado. Mayormente verde metálico, con parche azul-violeta en el centro del vientre y desde la garganta hacia la lista auricular. Cola de color azul metálico, apenas bifurcada, banda subterminal oscura. Parche auricular más pequeño en la hembra. Algo semejante al colibrí orejivioleta verde (*C. thalassinus*), con el cual coexiste en las estribaciones andinas; *C. thalassinus* carece del parche violeta en el vientre. La hembra menos brillante y con parches auriculares más pequeños. Una forma melánica se ha encontrado alrededor de Quito, en ésta el plumaje es mayormente oscuro y el parche auricular se encuentra reducido (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución:

Casi siempre presente y muy común en áreas semiabiertas y zonas arbustivas en los altos Andes y en cordilleras salientes. Se lo puede encontrar en zonas distantes de bosques naturales y es regular en plantaciones de eucalipto. En conjunto con el Colacintillo colinegro (*Lesbia victoriae*) es el colibrí más común en Quito. Tiende a evitar zonas grandes de bosques nativos, o al menos es raro en estas zonas. Al parecer se reproduce en tierras altas entre febrero y abril y luego desciende por las estribaciones andinas; en las regiones de Tandayapa y Mindo aparece fuera de esta época. Habita mayoritariamente entre 1000-3500 msnm, parece reproducirse solo sobre los 2000 msnm. Se distribuye en los Andes desde Venezuela hasta Argentina. En su comportamiento es notablemente peleón y dominante sobre otros colibríes cerca de fuentes alimenticias; participa con frecuencia en enfrentamientos y persecuciones. Cuando está en forrajeo busca néctar en una amplia gama de flores, por momentos puede juntarse con otros individuos de su especie (Ridgely y Cooper, 2011).

3.5. *Colibri thalassinus* (Swainson 1827, citado por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 14. *Colibri thalassinus* (orejivioleta verde)

Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

Mide 11 cm (4 ¼”), de pico relativamente corto y medio curvado. Su color es mayormente verde metálico, más brillante en la garganta y en el pecho. Las listas auriculares violeta iridiscentes. Cola de color azul metálico, apenas bifurcada, banda subterminal oscura. Sexos muy parecidos, la diferencia está en que la hembra tiene el parche auricular más pequeño. Bastante parecido al Orejivioleta ventriazul (*C. coruscans*) pero sin azul-violeta en el vientre y garganta; además es algo más pequeño (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución:

Casi siempre presente en zonas andinas, a lo largo de las dos cordilleras andinas, donde prefiere márgenes de bosque y claros de bosque arbustivos; también presente en cordilleras salientes de los Andes orientales. Es numeroso en zonas como Tandayapa. Mayoritariamente habita entre los 1200-2300 msnm, pero algunos individuos llegan hasta más abajo (a 500 msnm) y/o más arriba de este rango (hasta 3300 msnm). A diferencia del ventriazul, esta especie no habita en el valle interandino. Aunque su distribución es extensa, tiende a ocupar altitudes inferiores y hábitats más húmedos.

Se distribuye desde México hasta Panamá y en los Andes desde Venezuela hasta Bolivia. En su comportamiento forrajea a varias alturas, pero generalmente no muy arriba del suelo, aunque si puede subir hasta el dosel de árboles florecidos, es agresivo al defender sus sitios de alimentación aunque cede ante el *Colibri coruscans* (Ridgely y Cooper, 2011).

3.6. *Colibri delphinae* (Lesson 1839, citado por Ridgely y Cooper, 2011).



Figura No. 15. *Colibri delphinae* (orejivioleta parda)
Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

Mide 11 cm (4 ¼”), de pico ligeramente curvado y más bien corto. Completamente pardo oscuro aunque más blancuzco ventralmente. Lista auricular violeta iridiscente, lista malar crema pálida, rabadilla luce rojiza, cola apenas bifurcada, verde cobrizo brillante, con banda subterminal oscura. Morfología en ambos sexos similar (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución

Se observa con frecuencia en lugares con bebederos en áreas andinas. Se considera raro y se ve ocasionalmente en otros ambientes; parece más numeroso en la estribación occidental andina, encontrándose hasta hace poco solo en el noroccidente de Pichincha. Se consideraba especie de bosque que gusta del dosel y los márgenes del mismo, pero en los últimos años ha sido observado también áreas alteradas. Mayormente se desarrolla a altitudes entre 1000-2000 msnm, se distribuye desde Guatemala hasta Panamá y en los Andes desde Venezuela hasta Bolivia. Es usualmente solitario, pero algunas veces se junta a varios individuos en árboles florecidos, especialmente de *Inga* spp..

En estos árboles puede ser agresivo con otros colibríes orejivioletas (Ridgely y Cooper, 2011).

3.7. *Phaethornis yaruqui* (Bourcier 1851, citado por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 16. *Phaethornis yaruqui* (ermitaño bigoteblanco)
Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

Mide 14.5-15 cm (5 $\frac{3}{4}$ - 6”), de plumaje oscuro distintivo, vive en tierras bajas húmedas y pie de monte del occidente. Pico largo y curvado hacia abajo, con mandíbula roja. Tiene una estría superciliar cremosa prominente y una estría malar blanco cremosa; el crisum blanco también es conspicuo. Cola graduada azul y negra, las plumas centrales son largas y tienen puntas blancas notorias en las hembras; la cola es proporcionalmente más corta que en otros ermitaños (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución:

Hay pocos ermitaños en su rango de distribución y es común encontrarlo en sotobosques de y arboledas de las regiones húmedas del oeste de Ecuador, hacia el sur hasta Manabí y El Oro.

Principalmente se los encuentra hasta los 1200 msnm, algunos llegan a 1500-1700 msnm, en la estribación occidental de los Andes es endémica del oeste de Colombia y Ecuador. En su comportamiento es solitario; forrajea en una variedad de flores de sotobosque, especialmente heliconias, puede visitar jardines sobre todo cuando hay bebederos, también se lo encuentra recolectando arañitas e insectos (Ridgely y Cooper, 2011).

3.8. *Heliodoxa jacula* (Gould 1850, citado por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 17. *Heliodoxa jacula* (brillante coroniverde)
Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

El macho mide 13 cm (5"); la hembra 11,5 cm (4 ½"); de amplia distribución en tierras bajas húmedas y subtrópicos bajos del occidente. El macho es mayormente verde, con corona iridiscente y un pequeño punto postocular blanco. Garganta y pecho también iridiscentes con un pequeño parche violeta-azul en la garganta. Cola algo alargada y bifurcada. La hembra es verde pero sin iridiscencia; a más del punto postocular blanco, muestra una estría malar blanca y partes ventrales blancas densamente jaspeadas de verde (Ridgely y Cooper, 2011).

Los individuos inmaduros de ambos sexos tienen una estría malar rojiza que a veces se extiende hacia la cara y gorguera. En el noroeste del Ecuador se asemeja al brillante emperatriz (*Heliodoxa imperatrix*), que es más grande y con cola más larga (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución:

Es algo común verlo en el sotobosque de márgenes de bosques húmedos y arboledas en el oeste de Ecuador. Su distribución es relativamente amplia en Esmeraldas (pero no hacia la planicie costera) y luego continúa por la estribación andina hacia el sur, hasta El Oro; también localmente en la cordillera costanera de Colonche. Se lo ve mayormente entre 300-1500 msnm, algunos individuos se aventuran más abajo y más arriba, en especial donde haya bebederos. Se distribuye desde Costa Rica hasta el norte de Colombia y el oeste de Ecuador. En su comportamiento forrajea en solitario, usualmente dentro del bosque o en sus márgenes, a menos que haya una buena fuente de néctar (bebederos) que los invite a salir a claros adyacentes. También puede subir al dosel cuando hay árboles florecidos. Es agresivo por naturaleza (en especial los machos) y suelen dominar en los bebederos, expulsando a los colibríes más pequeños. En general se perchan junto a la flor para alimentarse, en lugar de volar frente a ella (Ridgely y Cooper, 2011).

3.9. *Heliodoxa rubinoides* (Bourcier y Mulsant 1846, citados por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 18. *Heliodoxa rubinoides* (brillante pechiateado)

Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

El macho mide 13 cm (5”), la hembra 11,5 cm (4 ½”). Habita los subtrópicos en ambas estribaciones andinas. Tiene un color brillante bien distintivo, por ser mayormente habano o leonado por el lado ventral, con un parche rosado iridiscente en la garganta; cola bronceada bifurcada. El parche gutural de la hembra es pequeño o ausente. Las aves de la estribación oriental carecen del margen cremoso que presentan las mismas en el occidente en las plumas del ala. Ninguna otra especie se le asemeja; la Coronita Colianteada (*Boissonneaua flavescens*) es más verde con pico más corto y con destellos habanos en la cola (Ridgely y Cooper, 2011).

Ecología y distribución:

Prefiere sotobosques y márgenes de bosque montano, a veces también en claros arbustivos, en ambas estribaciones andinas. En los Andes occidentales es algo común y se encuentra hasta el sur en algunas localidades en El Oro y oeste de Loja. Mayormente se encuentra entre 1100-2400 msnm, localmente y en números bajos desciende hasta 500 msnm, o asciende hasta 2700 msnm. Se distribuye en los Andes desde Colombia hasta Perú. Su comportamiento es similar a otras especies de *Heliodoxa*, aunque esta especie es menos gregaria que las otras al permanecer dentro de bosques, es más regular en claro arbustivos.

(Ridgely y Cooper, 2011).

3.10. *Doryfera ludovicae* (Mulsant y Bourcier 1847, citados por Ridgely y Cooper, 2011)



Figura No. 19. *Doryfera ludovicae* (picolanza frentiverde)
Fuente: www.googleimages.com

Identificación:

Mide 12 cm (4 $\frac{3}{4}$ "), tiene el pico largo (3,5 cm) ligeramente curvado hacia arriba. Cuando esta de frente se ve iridiscente, también la nuca y la corona son cobrizas. El resto del cuerpo es verde bronceado, más brillante arriba, las coberteras caudales superiores son levemente azuladas. La cola redondeada con borde blancuzco angosto.

La hembra muy parecida pero con el parche frontal más pequeño. El Pícolanza Frontiazul (*D. johannae*), de altitudes inferiores, tiene el pico más corto y las partes ventrales azul oscuras. Frente violeta y es más azul en la rabadilla, aunque en condiciones de luz tenue puede verse bastante parecido. Cuando se encuentra perchado, usualmente mantiene el pico de forma casi vertical (Restall *et al.*, 2007).

Ecología y distribución:

Es poco común, esporádicamente se lo observa en sotobosque de bosque montano en los Andes occidentales, sobre todo de Pichincha hacia el norte, con pocos registros en el oeste de Cotopaxi. También está en los Andes orientales incluyendo cordilleras salientes. Se lo encuentra mayormente entre 1100-2100 msnm, a veces hasta 700-900 msnm o hasta 2500 msnm. Se distribuye desde Costa Rica hasta Panamá y en Los Andes desde Venezuela hasta Bolivia. En su comportamiento este colibrí oscuro suele frecuentar las inmediaciones de los riachuelos torrentosos en bosques montanos, donde se lo puede encontrar halconeando y volando en vaivenes para capturar pequeños insectos en vuelo especialmente cuando existe algún enjambre cerca. También se alimenta de flores de corola larga. Cuando se percha suele sostener el pico en marcado ángulo hacia arriba. Construye sus nidos en taludes rocosos sombríos, de cara a quebradas; por momentos se pueden encontrar dos hembras nidificando muy cerca entre sí (Ridgely y Cooper, 2011).

CAPITULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

La parroquia de Nanegalito se encuentra ubicada a 59,9 kilómetros al noroccidente de la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha (www.ubicaquito.com, 2011) (Figura 20); su centro poblado en las siguientes coordenadas: 00° 40' 00" norte, 78° 40' 00" oeste. La altitud aproximada es de 1650 msnm. La temperatura oscila entre 18 y 30 C° (Baroja y GAD de Nanegalito, 2012).

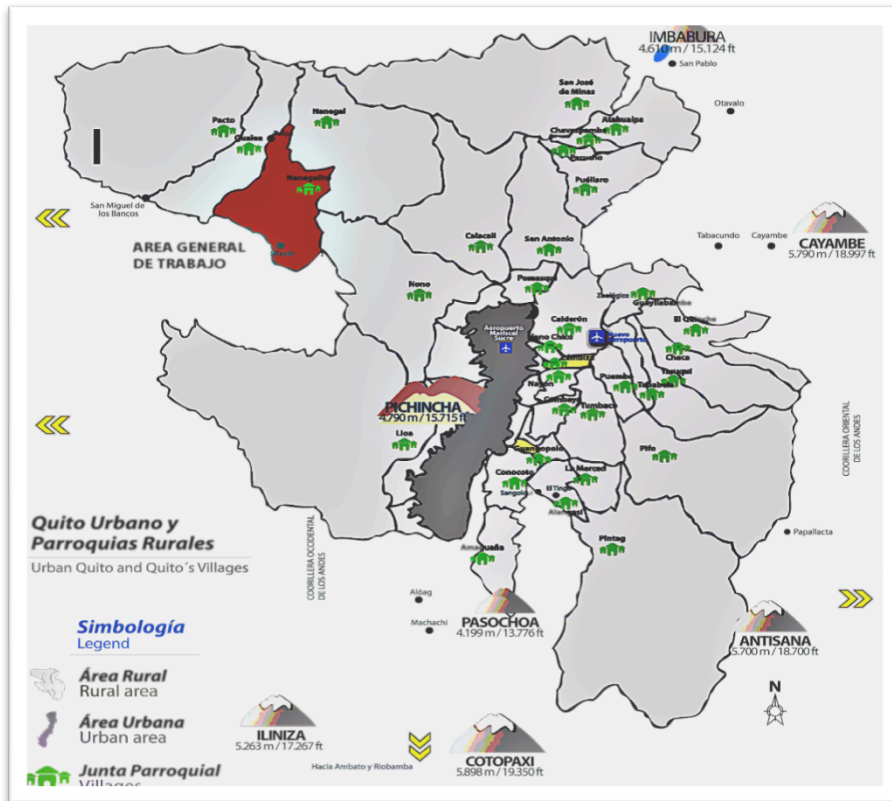


Figura No. 20. Área de Estudio (marcada en rojo) en relación al Distrito Metropolitano de Quito. Fuente: www.ubicaquito.com

4.1.1. Vegetación

Entre las especies más representativas en la zona, ya sea por su uso, abundancia y/o tamaño, tenemos: Guayaba (*Psidium guajava*), Arrayán (*Eugenia* sp.), Paja toquilla (*Carludovica palmata*), Papaya de monte (*Carica microcarpa*), Laurel (*Cordia alliodora*), Platanillo (*Heliconia* spp.), Canelo (*Ocotea cernua*), Pambil (*Iriartea deltoidea*), Cedro (*Cedrela montana*), Nogal (*Juglans neotropica*), Ceibo (*Ceiba pentandra*) (Sierra *et al.*, 1999).

4.1.2. Fauna

Nanegalito presenta en los bosques gran diversidad de fauna, las especies más destacadas son:

- **Aves:** además de los colibríes objeto del presente estudio, se observan otras aves como: Pato torrentero (*Merganetta armata*), Águila pechinegra (*Geranoateus melanoleucus*), Gavilán caminero (*Buteo magnirostris*), Quilico (*Falco sparverius*), Trogón Enmascarado (*Trogon personatus*), Yumbo (*Semnornis ramphastinus*), Carpintero Dorsicarmesí (*Piculus rivoli*), Gallo de la Peña (*Rupicola peruviana*), Mirlo acuático (*Cinclus leucocephalus*), entre otros (www.ubicaquito.com, 2011).

- **Mamíferos:** Raposa (*Didelphis albiventris*), Venado (*Mazama americana*), Puma (*Puma concolor*), Cuchucho (*Nasua narica*), Cusumbo (*Potos flavus*), Oso andino (*Tremarctos ornatus*), Armadillo (*Dasybus novemcinctus*), Conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), Guanta (*Agouti paca*), Guatusa (*Dasyprocta punctata*), Ardilla (*Sciurus granatensis*), entre otros (www.ubicaquito.com, 2011).

- **Reptiles:** en la Familia Crotalidae: *Bothriechis schlegelii* (papagayo), *Bothrocophias campbelli* (curuncha o boca de sapo); Familia Colubridae: *Chironius grandisquamis*; *Clelia clelia* (chonta); Familia Polychrotidae: *Anolis aequatorialis*; *Anolis gemmosus*; *Anolis proboscis* (Arteaga *et al.*, 2013).

4.2. Ubicación y establecimiento de los puntos de muestreo

En la Figura 21 se puede observar la posición de los seis sitios de muestreo efectuados (F1-F6).

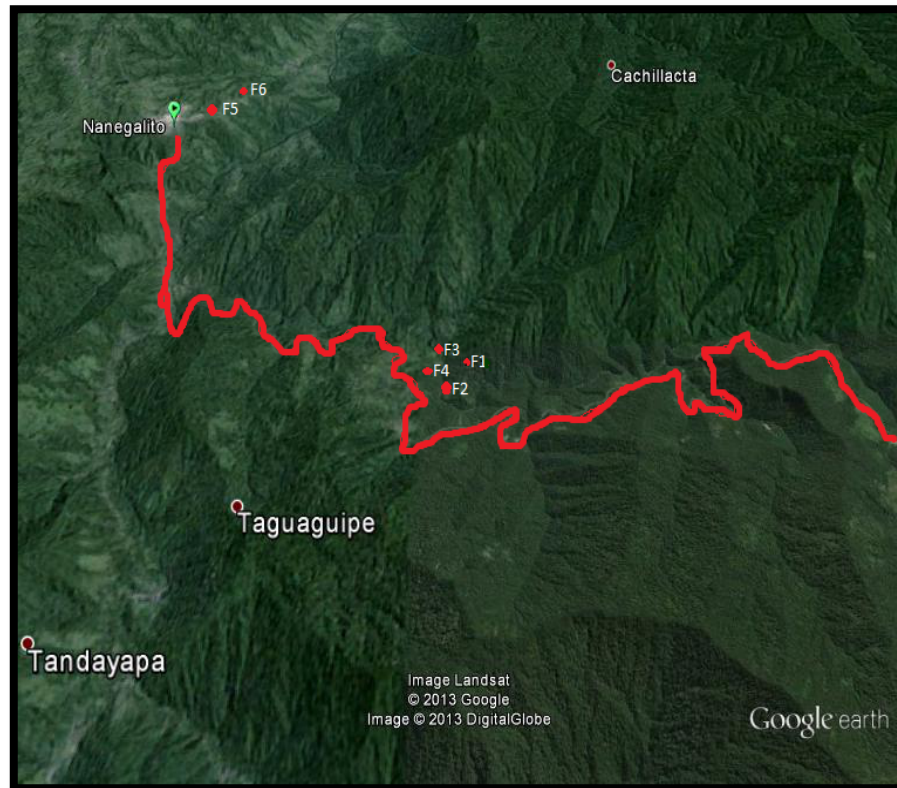


Figura No. 21. Imagen satelital con la ubicación de los lugares de muestreo.
(ver coordenadas en tabla 1)
Fuente: Google Earth, 2014.

Las coordenadas y altitudes de los seis puntos de muestreo, así como los propietarios de cada predio se presentan en la Tabla 1, correspondiendo dos a Bosque Piemontano primario (F1 y F3), dos a Bosque Piemontano secundario cercano a pastizales (F2 y F4) y dos en áreas de sembríos de bananas y pastizales (F5 y F6).

Tabla No. 1. Localizacion geografica de los sitios de muestreo

Código	Propietario	Coordenadas y Altitud
F1	Finca del Sr. José Rivera	00° 02,15' N y 78° 38,90' W; 1814 msnm
F2	Finca Sr. José Rivera	00° 01,84' N y 78° 39,31' W; 1724 msnm
F3	Finca Sr. Carlos Rivera	00° 02,22' N y 78° 38,94' W; 1798 msnm
F4	Finca Sr. Carlos Rivera	00° 01,92' N y 78° 39,42' W; 1733 msnm
F5	Finca Sr. Hernán Calderón	00° 03,99' N y 78° 40,37' W; 1511 msnm
F6	Finca Pez de Oro (Familia Parra-Muñoz)	00° 04,42' N y 78° 40,11' W; 1355 msnm

Nota: el número en el código representa la secuencia u orden en el que los sitios fueron muestreados.

Cada uno de los seis lugares de muestreo, fue visitado previamente antes de definirlo como tal, se necesito tres personas por día, cuatro redes por sitio, con un numero de 10 horas por día, observando durante 2 días por sitio la presencia real de colibríes en el área y efectuando una estimación inicial de la densidad poblacional (número de individuos /100 m²) de colibríes.

4.3. Procedimiento de muestreo

La captura, registro de datos morfológicos y toma de muestras para el análisis hematológico de los colibríes fueron efectuados entre del 20 de octubre al 25 de noviembre de 2011; durante las mañanas, desde las 05h00, se colocaron cuatro redes de neblina de ocho m de largo por cuatro de ancho con un ojo de dos cm de abertura.

Las redes fueron ubicadas en zonas de tránsito de colibríes cerca de plantas con flores, tales como *Macleania insignis*, *Ceratostema lanigerum*, *Cavendishia* spp., *Satyria meiantha* (Ericaceae) (Figura 22), y otras de los géneros *Bomarea* (Alstroemeriaceae), *Bromelia* (Bromeliaceae), *Brugmansia* (Solanaceae) y otras con flores conspicuas pertenecientes a la familia Orchidaceae.



Figura No. 22. Flores de *Satyria meiantha* en la zona de muestreo.
Fuente: www.ubicaquito.com

Se procedió a abrir las redes (Figura 23) y a desatar a los colibríes desde las 05h30 hasta ~ las 14:30, registrando de manera simultánea datos concernientes a la hora, temperatura, altitud, coordenadas, peso del ejemplar, calidad del ecosistema, la misma que se estimó en un rango desde 25 al 100, rango en el cual 25 = monocultivos, sobre todo de banana, caña guadua, pastizales, 50 = terrenos donde se aprecia fácilmente la intervención humana, pero aun existen remanentes de bosque primario, sobre todo en laderas y quebradas, 75 = bosques casi intactos aunque se observa senderos y poco uso del bosque, 100 = bosque primario donde no se nota intervención antropogénica.

Las aves capturadas en las redes se desenredaron a mano; los colibríes que pesaron menos de cinco gramos no fueron tomados en cuenta para el muestreo hematológico, ya que la extracción de sangre (1% de su peso corporal) en individuos tan pequeños podría poner en riesgo su vida.



Figura No. 23. Extracción de un espécimen de las redes de neblina.

4.4. Determinación del peso y aspectos morfológicos

Cada individuo fue retenido por aproximadamente cinco minutos para realizarle un examen físico general, el cual consistió en tocar su pecho, para determinar si están flacos = 1, medianamente gordos = 2, gordos = 3 y medirlo para poder relacionar el tamaño del ave con su peso. Se verificó igualmente que no tuviese ningún hematoma; esto permitió descartar la recaptura de individuos, luego se procedió a limpiar las plumas de la nuca con alcohol para trabajar con una visibilidad completa de la vena carótida (Figura 24).

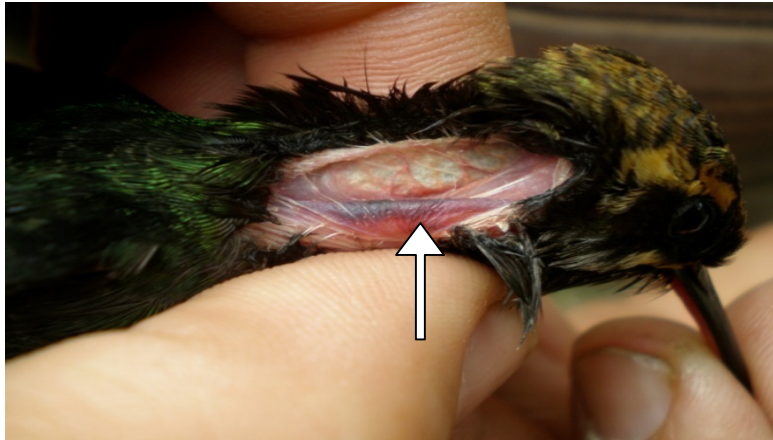


Figura No. 24. Detalle del sector de venopunción (vena carótida) en la que se realizó la extracción de la sangre

La sangre se obtuvo una sola vez por individuo, inmediatamente después de pesarlo; aquellos individuos que fueron recapturados, fueron liberados inmediatamente.

Atendiendo a este protocolo, se obtuvo entre 0,10 a 0,15 ml de sangre de cada individuo. En el campo no fue posible tener una centrifuga, para separar los componentes sanguíneos, por esta razón las muestras de sangre se preservaron utilizando un gel helado para mantenerlas frescas, se utilizó heparina para evitar la coagulación del plasma sanguíneo,

la sangre obtenida por venopunción con una jeringa de 3/10 ml BDTM y a 31 – gauge (diámetro), 8mm (5/16) Ultra – FineTM aguja corta (Figura 25). La cantidad de sangre extraída fue del 1% del total del peso corporal, según lo recomendado por Altman *et al.* (1997).

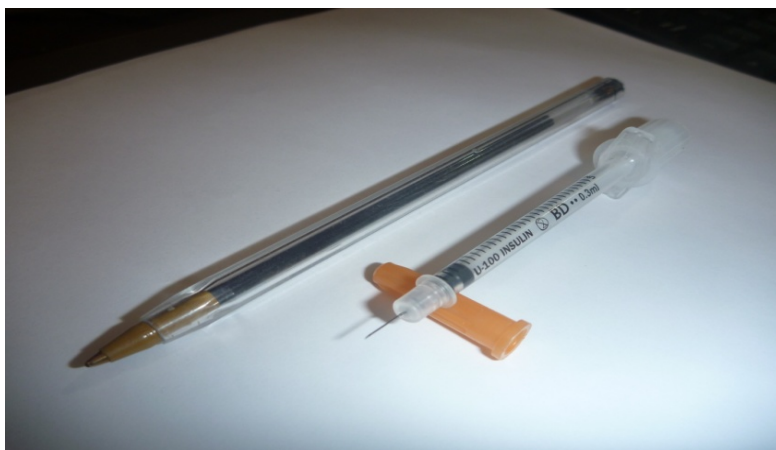


Figura No. 25. Jeringa para insulina:
capacidad volumétrica de 0 a 3 ml.

El plasma sanguíneo obtenido fue transportado al laboratorio (Figura 26) para poder separar sus componentes y realizar los respectivos análisis bioquímicos; se mantuvo siempre la sangre en refrigeración, hasta el momento de identificación de componentes sanguíneos.



Figura No. 26. Contenedor con gel antibacteriano helado
para transporte de muestras al laboratorio.

4.5. Técnicas de laboratorio para el estudio de parámetros hematológicos en colibríes

El empleo de técnicas de laboratorio en la práctica veterinaria es una herramienta indispensable que aporta información valiosa en el momento de confirmar un diagnóstico. El hemograma es una de las técnicas de rutina con mayor importancia (Gálvez *et al.*, 2009).

A pesar de ello, los parámetros sanguíneos son de gran utilidad, ya que mediante su cuantificación se logra conocer el estado general de salud del organismo, debido a la capacidad que tiene la sangre de interrelacionarse con los diferentes órganos y tejidos, ya que entra en contacto con todos ellos a través de la red cardiovascular (Fourier y Harting, 1980). Las aves se caracterizan por mantener una elevada constancia de sus fluidos corporales, incluyendo su balance ácido-básico, representando esta constancia relativa de pH extracelular un aspecto limitado de este sistema dependiente de la temperatura, la cual es favorecida por la homeotermia que presentan las aves y controlada por amortiguadores ácido-básicos, mecanismo respiratorio, hemoglobina y regulación renal; siendo los metabolitos ácidos amortiguados en los tejidos, hasta que ellos son eliminados por las superficies respiratorias y el mecanismo renal (Belmar *et al.*, 1997; Randall *et al.*, 1988).

4.6. Análisis de Laboratorio

Todos los exámenes fueron realizados en un laboratorio certificado en Quito (Livexlab: Av. Brasil y Edmundo Carvajal).

La realización de los análisis respectivos necesitó de una cantidad mínima de sangre para ser colocada en el analizador químico en cada tubo ependorff; por tanto, cuando el caso lo ameritó, se tuvo que unir las muestras sanguíneas de tres colibríes pertenecientes siempre al mismo género para conformar una muestra compuesta que alcance el volumen mínimo para permitir al espectrofotómetro su trabajo correcto.

Los análisis bioquímicos fueron efectuados con un analizador químico semiautomático SINNOWA BS- 3100 (Sinnowa Medical Science & Technology Co. LTD, Nanjing, China).

Los parámetros evaluados en las muestras sanguíneas incluyeron: Glucosa, Triglicéridos, Colesterol, Proteínas Totales, Albúmina, Ácido Úrico, Asparto Aminotransferasa (AST), Gamma Glutamil Transpeptidasa (GGT), Fosfata Alcalina (ALP), Creatina Fosfoquinasa (CPK), Calcio (Ca), Fósforo Inorgánico (P), tomando en cuenta que mientras más análisis se realicen del hematocrito, mejores son los resultados para analizar la salud de los individuos.

4.7. Análisis de Datos

4.7.1. Análisis comparativo por cada parámetro sanguíneo

Los valores de cada uno de los doce parámetros sanguíneos de interés fueron comparados individualmente de manera cuantitativa gráfica, considerando los diferentes géneros de colibríes y también los valores habituales de cada parámetro en aves en general.

4.7.2. Comparación de los parámetros sanguíneos entre géneros de colibríes

Para cada uno de los doce parámetros (Asparto Amino Transferasa, Ácido Úrico, Albúmina, Colesterol, Triglicéridos, Creatina-Fosfo-Quinasa, Calcio, Gamma Glutamil Transferasa, Glucosa, Fosfatasa Alcalina, Fósforo, Proteínas totales), se efectuó un contraste de valores a través de un Análisis de Varianza No Paramétrico (Prueba de Kruskal – Wallis). Se realizó esta prueba no paramétrica por la diferencia en el número de muestras obtenidas y determinar si existen géneros de colibríes con valores significativamente diferentes en la concentración de cada parámetro sanguíneo.

4.7.3. Análisis multivariado de información

Se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP), basado en una Matriz de Correlación a la información de los parámetros sanguíneos analizados en los colibríes (12 parámetros en 21 muestras sanguíneas, correspondientes a seis géneros de colibríes), tomando en cuenta también variables del hábitat y del tipo de muestreo efectuado (Anexo 1).

El análisis de los datos se realizó utilizando el Programa Community Analysis Package Versión 1.52. El ACP se encuentra relacionado con el modelo de respuesta lineal de las muestras sanguíneas de los géneros de colibríes (puntos en el Plano de Ordenamiento) en relación a los valores de los parámetros sanguíneos y ambientales; por tanto, la posición de una muestra sanguínea (puntos en el Plano) dependerá de los valores de los parámetros analizados en ella (flechas en el Plano).

Los ejes F1 y F2 son construidos en este método a partir de la información global de toda la matriz analizada (Anexo 1) (Fariñas, 1996; Yáñez, 2010).

La posición (en el plano) de los géneros de colibríes y de los factores ambientales medidos puede conectarse con el origen (coordenadas 0,0) a través de una flecha, originando un simbolismo útil debido a que las puntas de las flechas o vectores miran en dirección de la variación máxima del valor del parámetro analizado y su longitud es proporcional a su tasa máxima de cambio (Yáñez, 2010).

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Valores hematológicos registrados en los seis géneros de colibríes en relación con los valores reportados para aves

En la Tabla 3 se presentan los datos de valores hematológicos obtenidos en el presente estudio contrastándolos visualmente con valores referenciales para aves. En los párrafos siguientes se describen a su vez los valores de cada parámetro individual obtenidos en los colibríes del estudio.

Tabla No. 3. Valores hematológicos registrados en colibríes del presente estudio en relación con valores referenciales para aves en general

Parámetro	Valores referenciales normales en aves (mg/dl)	Valor mínimo registrado en colibríes del presente estudio y género en el que fue observado (mg/dl)	Valor máximo registrado en colibríes del presente estudio y género en el que fue observado (mg/dl)
Ácido Úrico	2 a 11 (Molina, 2004)	6 (<i>Doryfera</i> y <i>Heliodoxa</i>)	11,1 (<i>Doryfera</i>)
Albúmina	0,92 a 2,67 (Fowler, 2001)	0,12 (<i>Agelaiocercus</i>)	1,20 (<i>Colibri</i>)
AST (Asparto Amino Transferasa)	> 330 UI/L (Hoefler, 2013)	390 UI/L (<i>Colibri</i>)	649,8 UI/L (<i>Amazilia</i>)
Calcio	8 a 12 (Hoefler, 2013)	5,4 (<i>Heliodoxa</i>)	12,0 (<i>Phaetornis</i>)
Colesterol	104 a 254 (Fowler, 2001)	115,9 (<i>Phaetornis</i>)	270 (<i>Heliodoxa</i>)
CPK (Creatin Fosfo Quinasa)	>100 a 500 UI/L (*) (Goncalves, 2011)	800 UI/L (<i>Heliodoxa</i>)	1874,1 UI/L (<i>Colibri</i>)
Fosfatasa Alcalina	42 a 479 UI/L (Goncalves, 2011)	101,1 UI/L (<i>Phaetornis</i>)	720 UI/L (<i>Colibri</i>)
Fósforo	0,83 a 2,38 (Goncalves, 2011)	4,5 (<i>Colibri</i>)	18,0 (<i>Heliodoxa</i>)
GGT (Gamma Glutamyl Transferasa)	12 a 14 UI/L (D'aloia <i>et al.</i> , 2007)	3,09 UI/L (<i>Colibri</i>)	15,63 UI/L (<i>Phaetornis</i>)
Glucosa	200 a 500 (Goncalves, 2011)	201 (<i>Doryfera</i>)	588 (<i>Phaetornis</i>)
Proteínas Totales	3,0 a 6,0 mg/dl (Schreiner <i>et al.</i> , 2004)	2,1 (<i>Amazilia</i> , <i>Doryfera</i> y <i>Agelaiocercus</i>)	3,8 (<i>Heliodoxa</i>)
Triglicéridos	50 a 120 (Hoefler, 1994)	124,8 (<i>Amazilia</i>)	477,6 (<i>Colibri</i>)

(*) UI: Unidades Internacionales

5.1.1. Albúmina

Todas las muestras sanguíneas de colibríes, excepto una, tuvieron valores de Albúmina menores (0,12 a 0,80 mg/dl) al rango normal para aves (0,92 a 2,67 mg/dl); la muestra que alcanzó un valor mayor (1,2 mg/dl) perteneció al género *Colibri* (Figura 27).

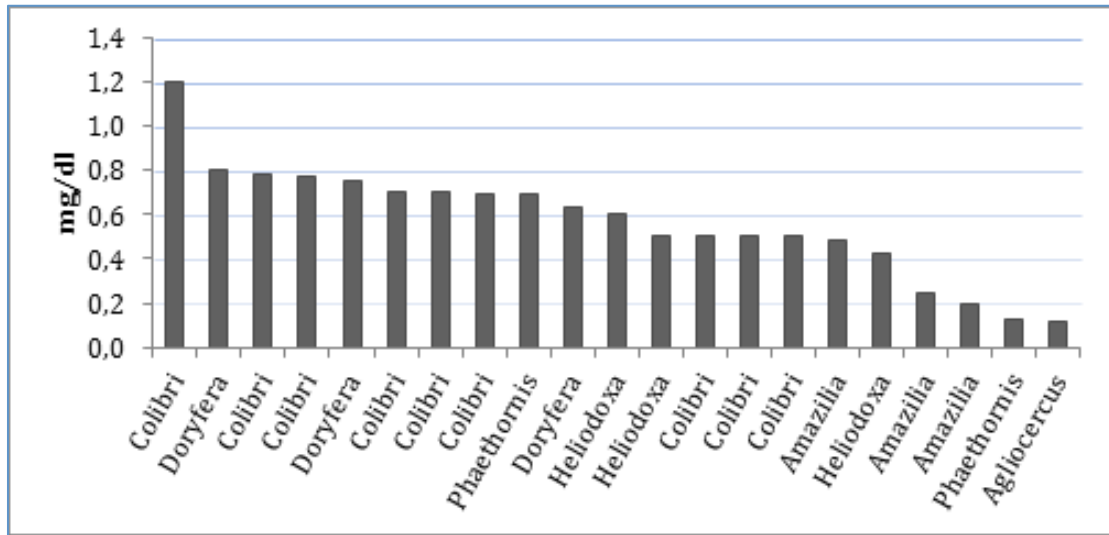


Figura No. 27. Concentración de Albúmina en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.2. Ácido Úrico (mg/dl)

Todos los géneros en este parámetro tuvieron valores de Ácido Úrico (6 a 11,1 mg/dl) dentro del rango normal para aves (2 a 11 mg/dl) (Figura 28).

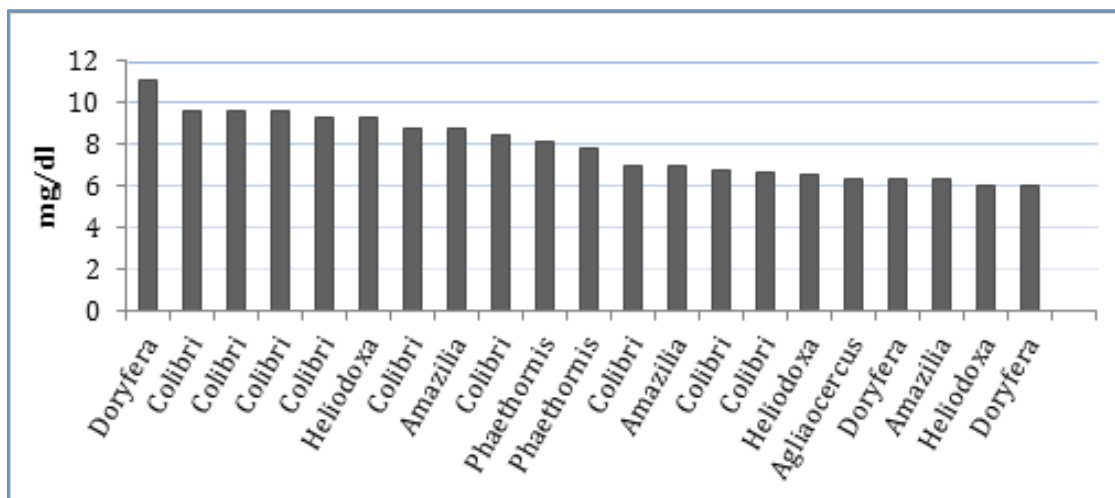


Figura No. 28. Concentración de Ácido Úrico en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.3. Asparto Amino Transferasa

Todos los géneros de colibríes mostraron valores (390,0 a 649,8 UI/L) ubicados dentro del rango normal para aves (>330 UI/L) (Figura 29).

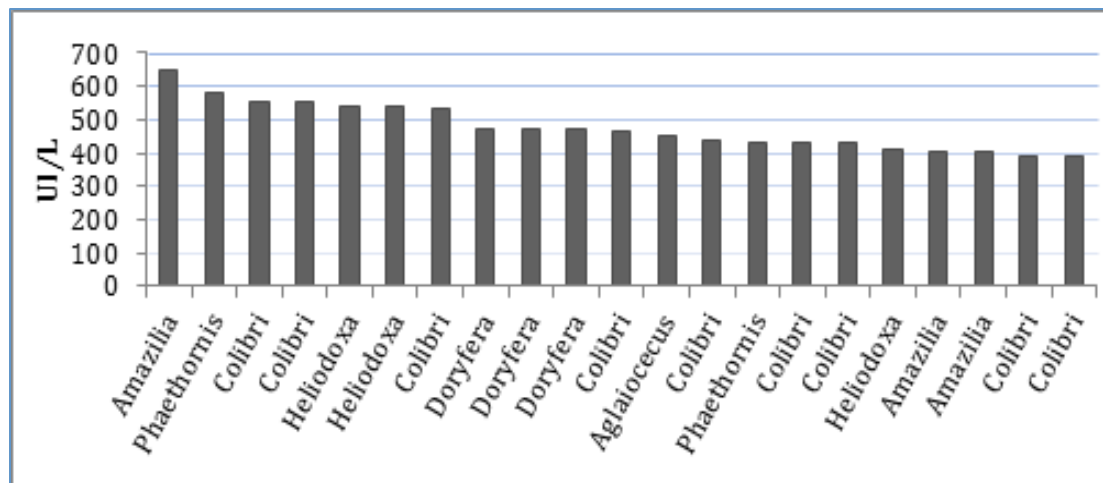


Figura No. 29. Concentración de Asparto Amino Transferasa en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.4. Creatin Fosfo Quinasa

Dentro de este parámetro, todos los valores en los colibríes del estudio (800 a 1874,1 UI/L) (Figura 30) fueron superiores a los valores normales en otro tipo de aves (100 a 500 UI/L).

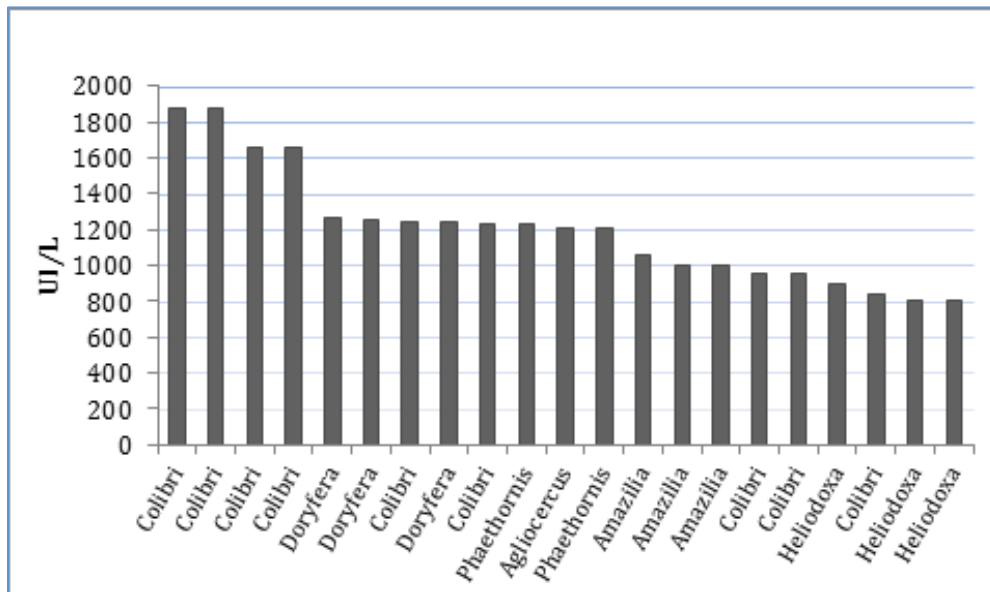


Figura No. 30. Concentración de Creatin Fosfo Quinasa en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.5. Colesterol

Los valores dentro de este parámetro oscilaron entre 115,9 a 270,0 mg/dl en los colibríes del presente estudio (Figura 31). Considerando los valores normales reportados para aves (104 a 254 mg/dl), solo una muestra del género *Heliodoxa* tuvo un valor superior (270 mg/dl).

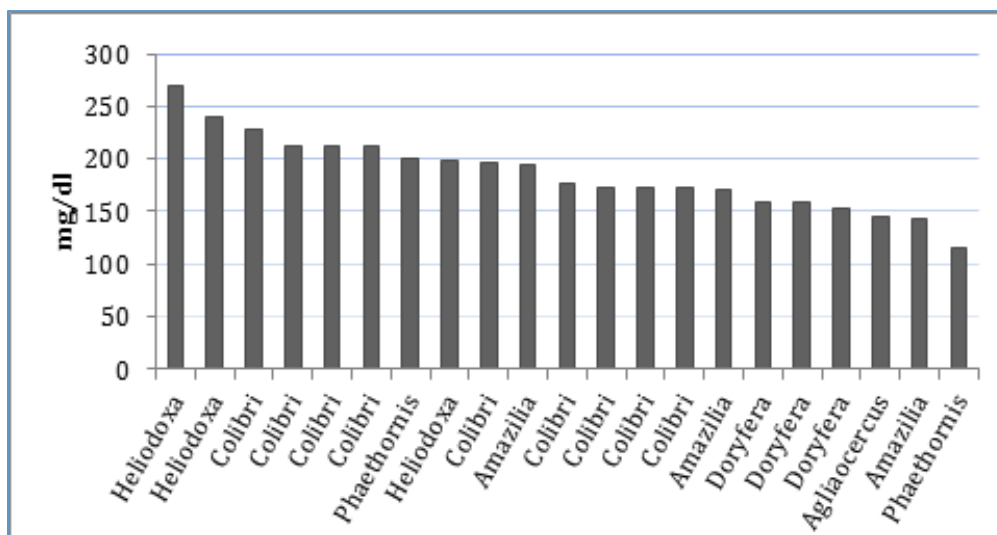


Figura No. 31. Concentración de Colesterol en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.6. Calcio

Los valores oscilaron entre 5,4 a 12 mg/dl en los colibríes analizados (Figura 32). Considerando los valores normales reportados para aves (8 a 12 mg/dl), cinco de las 21 muestras (de los géneros *Amazilia*, *Agelaiocercus* y *Heliodoxa*) tuvieron valores bajos (< 8 mg/dl) fuera de este rango.

5.1.7. Fósforo

Los valores oscilaron entre 4,5 a 18 mg/dl en los colibríes analizados (Figura 33). En todas las muestras hematológicas de los colibríes del estudio se obtuvieron valores superiores al rango normal reportado para aves (2,4 a 4,1 mg/dl).

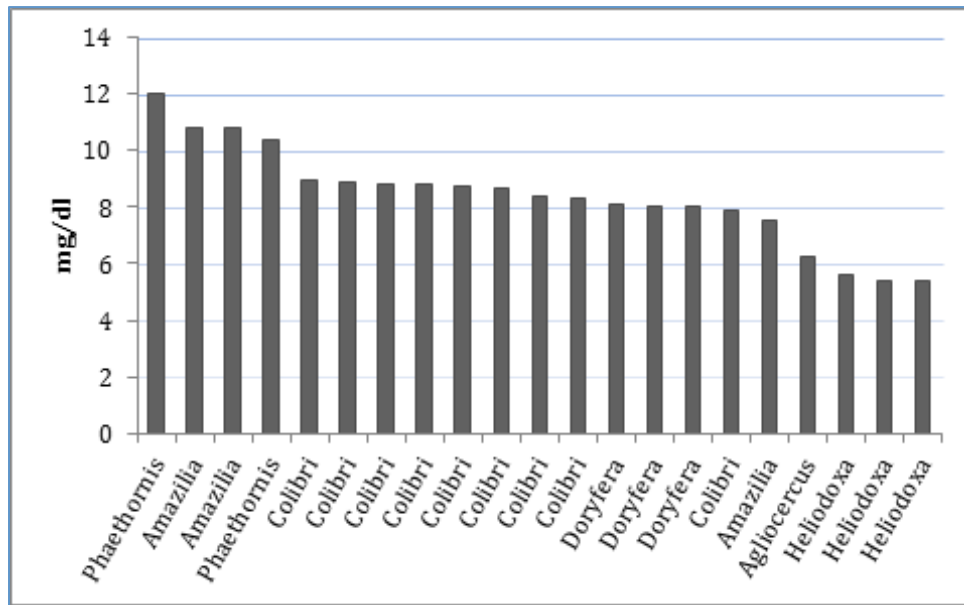


Figura No. 32. Concentración de calcio en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

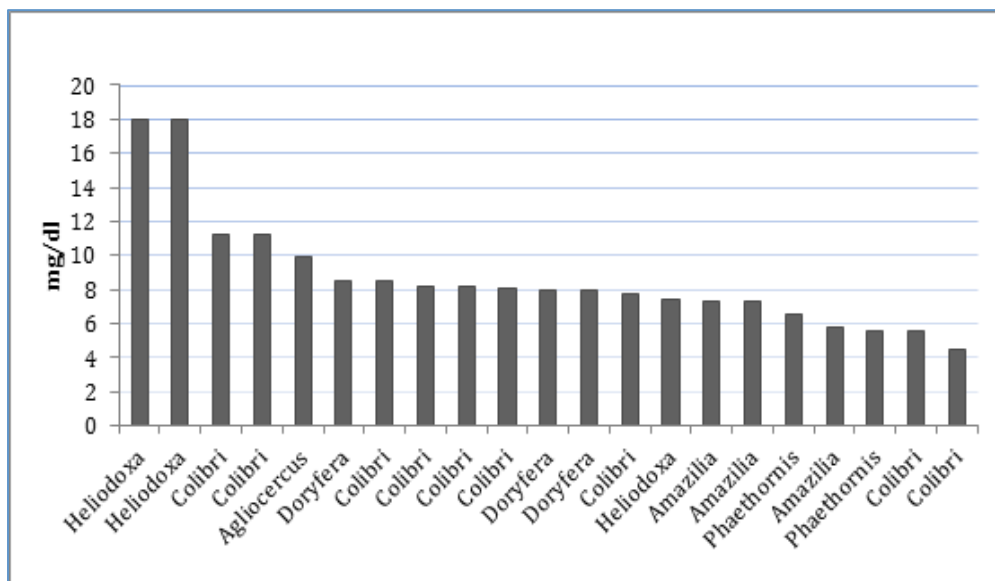


Figura No. 33. Concentración de fósforo en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.8. Fosfatasa Alcalina

Sus valores se encontraron entre 101,1 a 720 UI/L (Figura 34); tres de las 21 muestras sanguíneas se encontraron por encima (>479 UI/L) del rango normal para aves (42 a 479 UI/L).

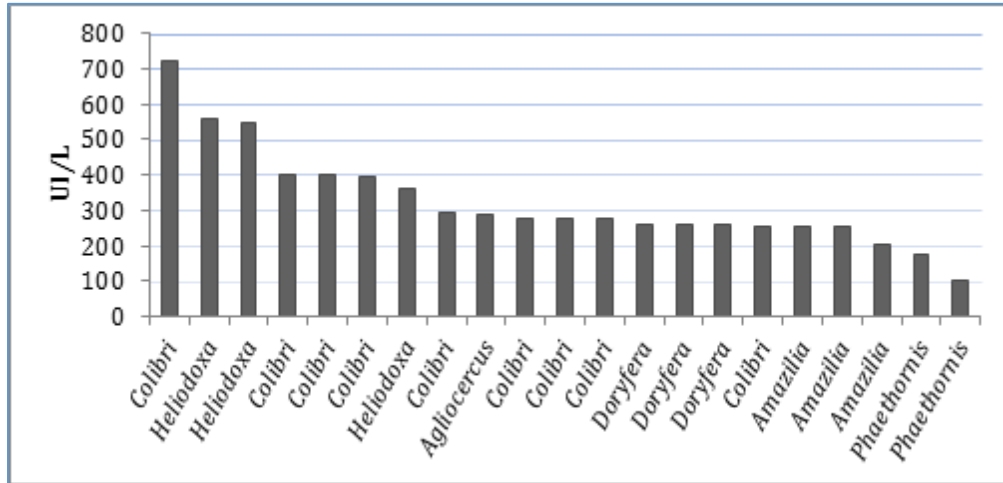


Figura No. 34. Concentración de Fosfatasa Alcalina en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.9. Glucosa

Todas las muestras sanguíneas de los colibríes tuvieron niveles de glucosa (201 a 588 mg/dl) dentro del rango normal para aves (150 a 900 mg/dl).

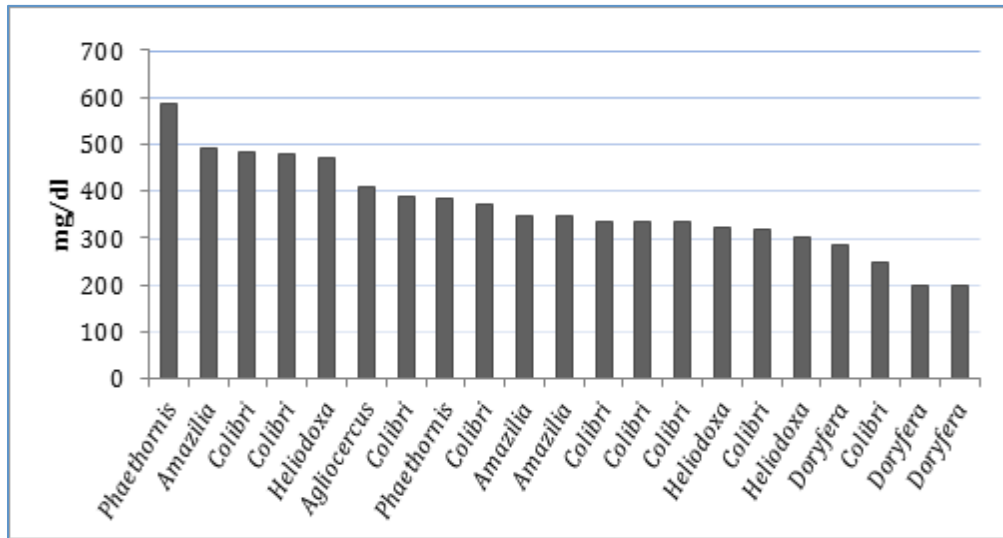


Figura No. 35. Concentración de glucosa en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.10. Gamma Glutamil Transaminasa

Los valores de este parámetro oscilaron entre 3,09 a 15,63 UI/L. De las 21 muestras analizadas, solo dos se encontraron dentro del rango normal para aves (12 a 14 UI/L); una muestra del género *Phaethornis* superó este rango (15,63 UI/L), mientras que 18 muestras se encontraron por debajo de las 12 UI/L (Figura 36).

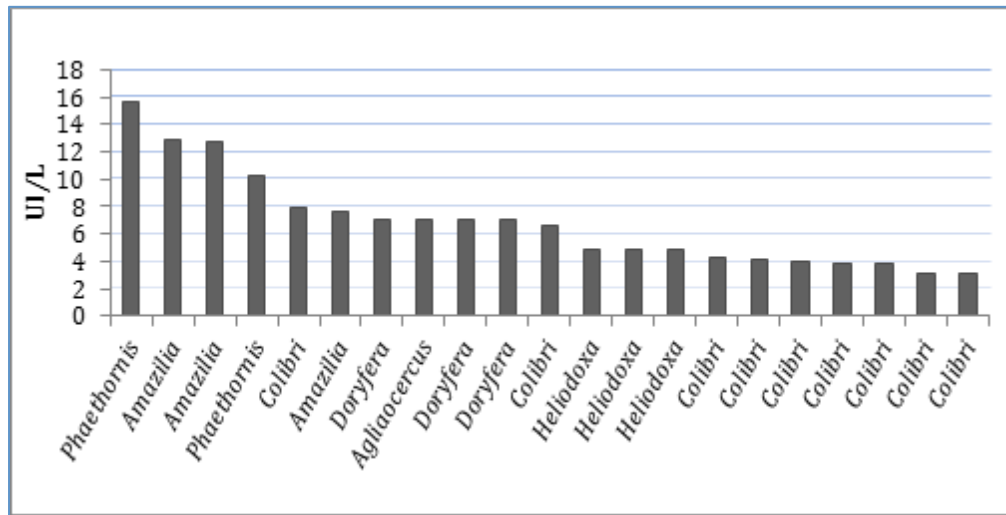


Figura No. 36. Concentración de Gamma Glutamil Transamina en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.11. Proteínas

Nueve muestras sanguíneas de colibríes se encontraron dentro del rango normal de concentración de proteínas en sangre (3,0 a 6,0 mg/dl), mientras que doce muestras tuvieron valores por debajo de este rango (Figura 37).

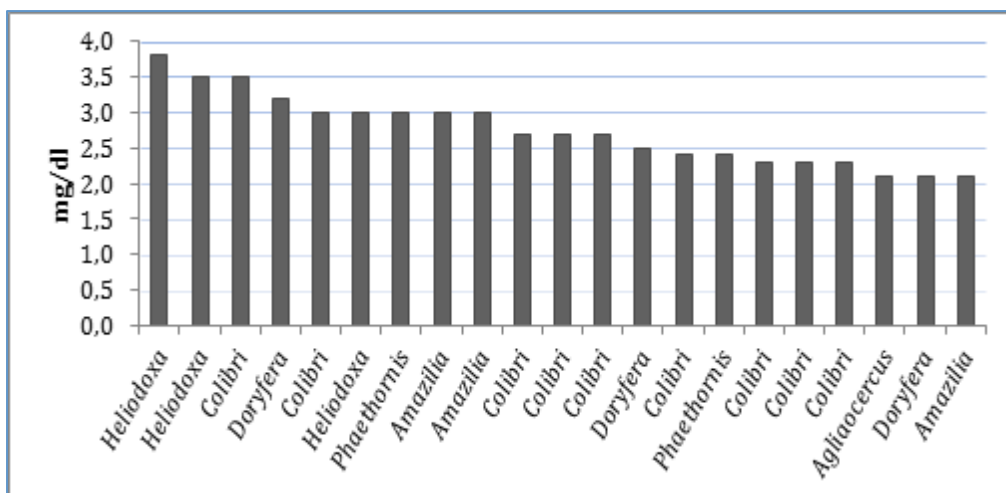


Figura No. 37. Concentración de Proteínas en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.1.12. Triglicéridos

Se puede observar que todos los géneros de colibríes tienen valores (124,8 a 477,6 mg/dl) que sobrepasan el rango normal que va de 50 a 120 mg/dl.

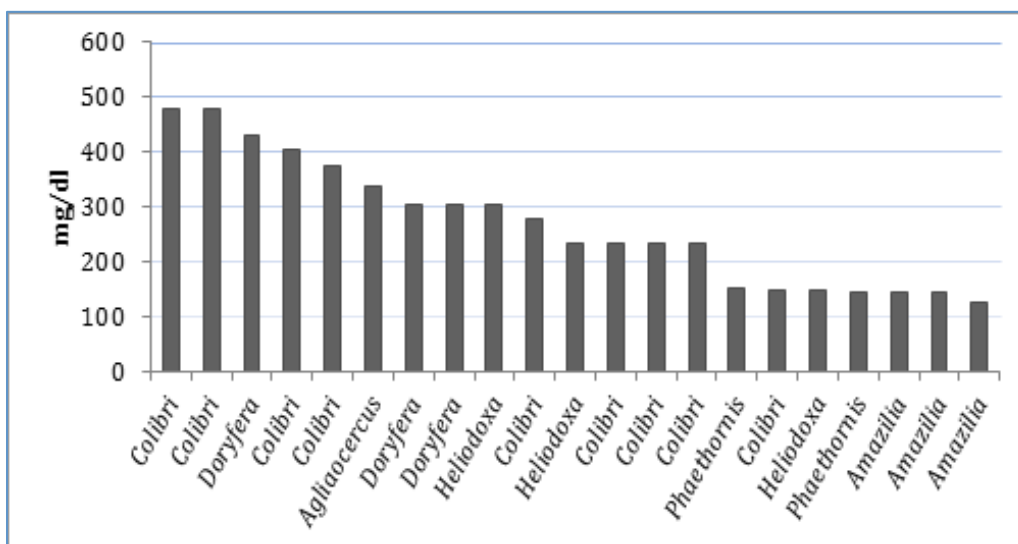


Figura No. 38. Concentración de Triglicéridos en 21 muestras de sangre de seis géneros de colibríes.

5.2. Comparación de los parámetros sanguíneos entre géneros de colibríes

5.2.1. Albúmina

Los resultados del análisis de Kruskal-Wallis aplicados los datos de la Tabla 4, mostraron un valor del estadístico H de 11,97 con un valor de p asociado de 0,035. Se concluye que existe al menos un par de géneros con contenidos de Albúmina diferentes entre sí.

Al efectuar el *test a posteriori* de esta prueba (en Statistix 8.0), se determinó que los valores de Albúmina presentes en *Doryfera* y *Colibri* son significativamente superiores y diferentes a los de *Agelaiocercus* y *Amazilia*.

Tabla No. 4. Valores de Albúmina (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas procedentes de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	0,12	0,48	0,70	0,63	0,50	0,69
		0,24	1,20	0,75	0,42	0,13
		0,20	0,78	0,80	0,60	
			0,77			
			0,50			
			0,69			
			0,70			
			0,50			
			0,50			
Mediana:	0,12	0,24	0,70	0,75	0,50	0,41

5.2.2. Ácido Úrico

Los resultados del análisis de Kruskal-Wallis aplicados a los datos de la Tabla 5 arrojaron un valor del estadístico H de 4,63 con un valor de p asociado de 0,46, permitiendo concluir que no existe ninguna diferencia significativa entre el contenido de Ácido Úrico entre los géneros de colibríes analizados.

Tabla No. 5. Valores de Ácido Úrico (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	6,3	8,7	9,6	11,1	9,3	8,1
		6,9	9,6	6,3	6,5	7,8
		6,3	9,6	6,0	6,0	
			9,3			
			8,7			
			8,4			
			6,9			
			6,7			
			6,6			
Mediana:	6,3	6,9	8,7	6,3	6,5	7,95

5.2.3. Asparto Transaminasa

Trabajando con los datos de la Tabla 6, se determinó un valor del estadístico H de 1,59 con un valor de p asociado de 0,90, permitiendo concluir que no existe ninguna diferencia significativa entre el contenido de Asparto Transaminasa sanguínea entre los géneros de colibríes analizados.

Tabla No. 6. Valores de Asparto Transaminasa (UI/L) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	449,4	649,8	556,2	473,0	540,0	577,8
		402,6	556,0	473,0	540,0	430,8
		402,0	533,0	473,0	412,2	
			467,7			
			438,0			
			430,2			
			430,0			
			390,1			
			390,0			
Mediana:	449,4	402,6	438,0	473,0	540,0	504,3

5.2.4. Creatin Fosfo Quinasa (UI/L)

Trabajando con los datos de la Tabla 7, se determinó un valor de H de 9,54 con un valor de p asociado de 0,09, permitiendo concluir que no existe ninguna diferencia significativa en el contenido de Creatin Fosfo Quinasa sanguínea entre los géneros de colibríes analizados.

Tabla No. 7. Valores de Creatin Fosfo Quinasa (UI/L) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	1210,0	1053,6	1874,1	1260,0	902,4	1228,2
		1002,9	1874,0	1250,0	800,0	1208,4
		1002,0	1653,0	1240,0	800,0	
			1653,0			
			1248,0			
			1228,4			
			952,7			
			952,0			
			843,0			
Mediana:	1210,0	1002,9	1248,0	1250,0	800,0	1218,3

5.2.5. Colesterol

Los datos de la Tabla 8 generaron un valor de H de 11,77 con un valor de p de 0,04, permitiendo concluir que existe al menos un género con contenido de Colesterol sanguíneo diferente de otro.

El *test a posteriori* determinó que el valor de Colesterol en *Heliodoxa* es significativamente mayor que el de *Agelaiocercus*. Mientras que todas las demás comparaciones entre pares de géneros de colibríes arrojaron niveles de colesterol similares.

Tabla No. 8. Valores de Colesterol (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazillia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	145,3	195,3	228,6	158,9	270,0	200,1
		170,8	212,5	158,0	240,0	115,9
		142,1	212,0	153,1	198,7	
			212,0			
			195,7			
			176,0			
			173,6			
			172,3			
			172,0			
Mediana:	145,3	170,8	195,7	158,0	240,0	158,0

5.2.6. Calcio

Los datos de la Tabla 9 generaron un valor del estadístico H de 13,75 con un valor de p asociado de 0,017, permitiendo concluir que existe al menos un género con contenido de calcio en la sangre diferentes de otro.

El *test a posteriori* determinó que el valor de calcio presente en *Phaetornis* es significativamente mayor que el de *Heliodoxa*. Mientras que todas las demás comparaciones entre pares de géneros de colibríes arrojaron niveles de calcio similares estadísticamente.

Tabla No. 9. Valores de Calcio (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Aglaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	6,27	10,83	8,94	8,07	5,61	12,00
		10,80	8,87	8,00	5,40	10,35
		7,56	8,82	8,00	5,40	
			8,80			
			8,73			
			8,70			
			8,40			
			8,34			
			7,92			
Mediana:	6,27	10,80	8,73	8,00	5,40	11,18

5.2.7. Fósforo (mg/dl)

Los datos de la Tabla 10 generaron un valor de H de 8,2 con un valor de *p* de 0,04, permitiendo concluir que existe al menos un género con contenido de Fósforo sanguíneo diferente entre sí.

El *test a posteriori* determinó que el valor de Fósforo en *Heliodoxa* es significativamente mayor que en los géneros *Phaetornis* y *Amazilia*. Todas las demás comparaciones entre pares de géneros de colibríes arrojaron niveles similares de este elemento.

Tabla No. 10. Valores de Fósforo (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	9,87	7,30	11,2	8,50	18,00	6,57
		7,30	11,2	8,00	18,00	5,61
		5,82	8,49	8,00	7,38	
			8,20			
			8,18			
			8,10			
			7,74			
			5,60			
			4,50			
Mediana:	9,87	7,30	8,18	8,00	18,00	6,10

5.2.8. Fosfatasa Alcalina (UI/L)

Los datos de la Tabla 11 generaron un valor de H de 14,7 con un valor de p de 0,01, permitiendo concluir que existe al menos un género con contenidos de Fosfatasa Alcalina diferente de otro.

El *test a posteriori* determinó que el valor de FA en *Heliodoxa* es significativamente mayor que el de *Agelaiocercus*. Mientras que todas las demás comparaciones entre pares de géneros de colibríes arrojaron niveles de FA similares.

Tabla No. 11. Valores de Fosfatasa Alcalina (UI/L) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Aglaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	290,1	255,0	720,0	259,8	560,0	172,2
		255,0	401,9	259,0	545,0	101,1
		200,4	401,0	259,0	360,0	
			397,2			
			294,3			
			275,7			
			275,0			
			275,0			
			255,0			
Mediana:	290,1	255,0	294,3	259,0	545,0	136,7

5.2.9. Glucosa (mg/dl)

Trabajando con los datos de la Tabla 12, se determinó un valor de H de 9,72 con un valor de *p* asociado de 0,08, permitiendo concluir que no existe ninguna diferencia significativa entre el contenido de Glucosa sanguínea entre los seis géneros de colibríes analizados.

Tabla No. 12. Valores de Glucosa (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Aglaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	408,3	492,6	481,5	286,8	470,0	588,0
		347,1	481,0	201,0	324,6	385,7
		347,0	387,3	201,0	300,0	
			373,5			
			334,9			
			334,0			
			334,0			
			320,1			
			250,0			
Mediana:	408,3	347,1	334,9	201,0	324,6	486,9

5.2.10. Gamma Glutamyl Transaminasa (UI/L)

Con los valores de la Tabla 13 se generó un $H = 14,35$ con un valor de p de 0,01, permitiendo concluir que existe al menos un par de géneros con contenidos de GGT diferentes entre sí.

El *test a posteriori* determinó que los valores de GGT en *Phaethornis* y *Amazilia* son significativamente mayores que los de *Heliodoxa* y *Colibri*. Mientras que todas las demás comparaciones entre pares de géneros de colibríes arrojaron niveles de GGT similares.

Tabla No. 13. Valores de Gamma Glutamyl Transaminasa (UI/L) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	7,00	12,84	7,98	7,00	4,86	15,63
		12,80	6,60	7,00	4,80	10,32
		7,65	4,23	7,00	4,80	
			4,17			
			4,00			
			3,80			
			3,80			
			3,15			
			3,09			
Mediana:	7,0	12,8	4,0	7,0	4,8	13,0

5.2.11. Proteínas (mg/dl)

A partir de los datos de la Tabla 14, se determinó un $H = 7,03$ con un valor de $p = 0,22$; por tanto, no existe ninguna diferencia significativa en la concentración de proteínas sanguíneas entre los géneros de colibríes evaluados.

Tabla No. 14. Valores de Proteínas (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibrís

	<i>Aglaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	2,1	3,0	3,5	3,2	3,8	3,0
		3,0	3,0	2,5	3,5	2,4
		2,1	2,7	2,1	3,0	
			2,7			
			2,7			
			2,4			
			2,3			
			2,3			
			2,3			
Mediana:	2,1	3,0	2,7	2,5	3,5	2,7

5.2.12. Triglicéridos (mg/dl)

Con los valores de la Tabla 15 se generó un $H = 12,32$ con un valor de p de 0,03, permitiendo concluir que existe al menos un par de géneros con contenidos de Triglicéridos diferentes entre sí.

El *test a posteriori* determinó que los valores de Triglicéridos de *Doryfera* y *Aglaiocercus* son significativamente mayores que los de *Amazilia*. Mientras que todas las demás comparaciones entre pares de géneros de colibrís arrojaron niveles de Triglicéridos similares.

Tabla No. 15. Valores de Triglicéridos (mg/dl) registrados en 21 muestras sanguíneas de 6 géneros de colibríes

	<i>Agelaiocercus</i>	<i>Amazilia</i>	<i>Colibri</i>	<i>Doryfera</i>	<i>Heliodoxa</i>	<i>Phaethornis</i>
	336,6	144,0	477,6	430,5	303,6	152,9
		144,0	477,0	305,4	235,0	145,8
		124,8	403,2	305,0	147,0	
			373,5			
			279,9			
			235,0			
			235,0			
			235,0			
			147,0			
Mediana:	336,6	144,0	279,9	305,4	235,0	149,4

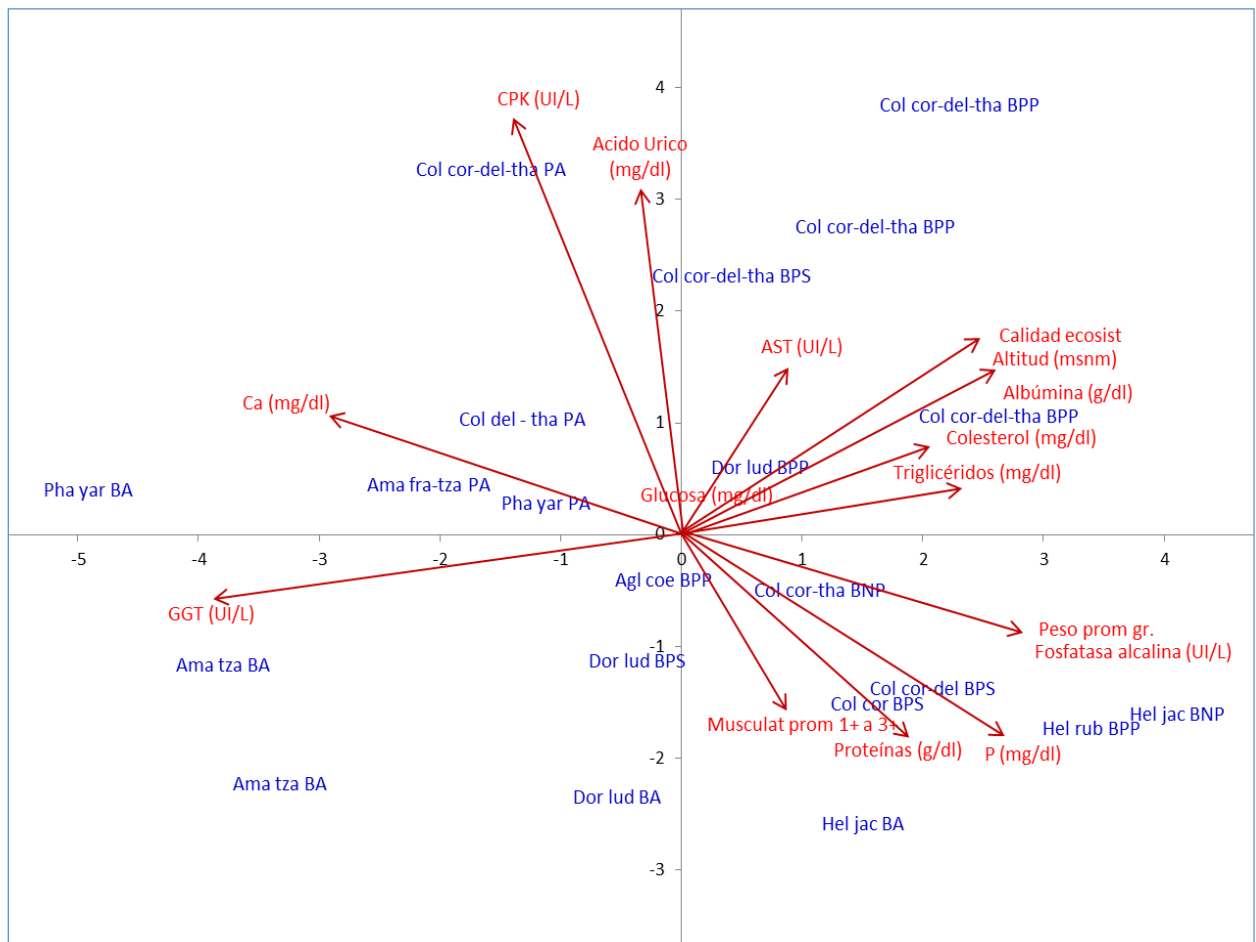
5.3. Análisis de Componentes principales (ACP)

Se realizó una matriz de correlaciones (anexo 1) en el programa spss, de las variables cuantitativas y cualitativas, y se evidenció que existe una correlación entre las variables analizadas, por lo que se procedió a realizar un Análisis de Componentes Principales. Dentro de la matriz de componentes se observó que existen cinco componentes principales que acumulan el 80 por ciento de la varianza. y de estos los dos primeros son los que mayor varianza acumula.

En el Plano de Ordenamiento (Figura 39), se puede observar como las 21 muestras sanguíneas analizadas (en azul) (correspondientes a 6 géneros y 10 especies de colibríes) se ubican en relación a los valores que en ellas registraron las variables sanguíneas (12: GGT, Ca, CPK, ácido úrico, AST, glucosa, albúmina, colesterol, triglicéridos, fosfatasa alcalina, P, proteínas) y las ecológicas (4: calidad del ecosistema, altitud, peso promedio y musculatura promedio del colibrí). La longitud de los vectores en rojo corresponde a la mayor o menor importancia que tiene cada variable en la generación del Plano.

El género *Agelaiocercus* (*Agl coe*), con una sola muestra, se localiza en el centro del Plano (Figura 39); lo cual significa que no se encuentra asociado directamente a ninguna variable analizada, y más bien tiene valores bajos a intermedios en todas ellas, incluidas las sanguíneas y ecológicas; por ejemplo, nótese como tiene valores bajos de contenido de Ca y ácido úrico, pero también de colesterol y proteínas, entre otros. A la vez, sus individuos viven en sitios de altitud menor, de baja calidad ecosistémica y son livianos y poco musculados.

Figura No. 39. Plano de ordenamiento de los taxones de colibríes y las variables ecológicas y sanguíneas analizadas, obtenido a través de un Análisis de Componentes Principales basado en



una matriz de correlación.

Notas:

- Los datos base para el análisis se encuentran en el Anexo 1.
- Los nombres de los taxones se encuentran en azul y de las variables sanguíneas y ecológicas en rojo.

- El nombre de los géneros de colibríes se resume a tres letras: Agl = *Aglaiocercus*; Ama = *Amazilia*; Col = *Colibri*; Dor = *Doryfera*; Hel = *Heliodoxa*; Pha = *Phaetornis*. Después del nombre genérico se encuentran también en unidades de 3 letras, los nombres resumidos de las especies (ampliamente descritas en el Capítulo 3: Historia natural de los colibríes en el área de estudio).
- Al final del nombre de cada taxón se encuentran tres letras mayúsculas, mismas que corresponden a las siglas de los ecosistemas locales en los que los especímenes fueron colectados: BA = Bananeras; PA = Pastizales; BPS = Bosque Piemontano Secundario; BPP = Bosque Piemontano Primario; BNP = Bosque Nublado Primario.
- La varianza explicada por los componentes fue: en componente 1 (eje horizontal) el 41%, componente 2 (eje vertical) el 35 %.

Las muestras del género *Amazilia* (3 provenientes de 2 especies: Ama tza, Ama fra) se encuentran en el sector izquierdo del Plano (Figura 39), con altos contenidos de Ca y GGT en la sangre; bajos a muy bajos contenidos de CPK, ácido úrico, AST, glucosa, albúmina, colesterol y triglicéridos, P y proteínas; con individuos que se encuentran en sitios de altitudes bajas y de calidad del ecosistema mala o baja; en cuanto a su corpulencia tienden a ser individuos livianos, pero relativamente musculados.

Las muestras del género *Colibri* (9 correspondientes a tres especies: Col cor, Col tha, Col del) se encuentran del sector central y hacia arriba y derecha del plano, así como hacia abajo y derecha (Figura 39). Constituyendo un género que se caracteriza principalmente por mostrar contenidos bajos de Ca y GGT y vivir en zonas de altitud media y superior; así como por tener individuos más livianos y menos musculados, con menor contenido de proteínas y fósforo sanguíneo cuando viven en zonas de pastizales, y viceversa: individuos más saludables, pesados y musculados en zonas de bosques. En cuanto a las otras características analizadas, constituye un género extremadamente variable.

Las muestras del género *Doryfera* (3 de una sola especie: Dor lud) se ubican hacia el centro y hacia la zona inferior del plano (Figura 39), caracterizándose principalmente por mostrar bajos a muy bajos contenidos de GGT, Ca, CPK, ácido úrico, AST, albúmina, colesterol y triglicéridos; contenidos medios de fósforo y proteínas. En cuanto a su preferencia de hábitat se localizan en sitios de altitudes bajas, con calidad del ecosistema también baja o pobre. En cuanto a su corpulencia tienden a ser individuos medianamente pesados y musculados.

En cuanto al género *Heliodoxa* se refiere (3 muestras, correspondientes a 2 especies: Hel jac, Hel rub), puede ser apreciado en el sector inferior derecho del plano, estas muestras corresponden a individuos con bajos contenidos de GGT, Ca, CPK, ácido úrico, AST y glucosa. En otras variables, por el contrario, muestran valores medios a altos de colesterol y triglicéridos, y altos en cuanto a contenido de P y proteínas, constituyéndose en los individuos más pesados y musculosos del estudio. Viven primordialmente en ambientes de bosques y eventualmente en bananeras.

Las muestras del género *Phaetornis* (2 correspondientes a una sola especie: Pha yar) se ubican al lado izquierdo del plano, con contenidos medios a altos de GGT y Ca, pero más bien bajos en todas las demás características sanguíneas analizadas, correspondiendo a individuos de poco peso y musculatura, que viven a bajas altitudes en ecosistemas con poca calidad como bananeras y pastizales.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1. Parámetros sanguíneos

6.1.1. Albúmina

Los valores normales de albúmina reportados para aves van de 0,92 a 2,67 mg/dl (Fowler, 2001); los valores de este parámetro en todos los colibríes evaluados se encuentran por debajo de este rango (Tabla 4). Esto podría deberse a una de dos razones: la primera, que la fisiología de estos animales sea bastante diferente a la del resto de aves, en cuanto a este parámetro se refiere, lo cual no puede ser aseverado con absoluta certeza debido a lo muy escaso de estudios sanguíneos en estas aves; y, la segunda, que los colibríes en la zona de estudio tengan niveles eventualmente crónicos de hipoalbumemia, posiblemente relacionados con cuadros de hepatopatía y/o nefropatía, generados por procesos infecciosos o inflamatorios, de acuerdo a lo sugerido por Molina (2004) para otras especies de aves.

Con respecto a las diferencias significativas encontradas en los niveles de Albúmina entre géneros de colibríes (mayores en *Doryfera* y *Colibri* en relación a los de *Agelaiocercus* y *Amazilia*), pudieran deberse a diferencias naturales entre géneros.

6.1.2. Ácido Úrico

No existen diferencias significativas de esta variable entre los géneros de colibríes (Tabla 5). Además, todos los valores de ácido úrico de los colibríes estudiados se encontraron dentro del rango normal de 2 a 11 mg/dl reportado para aves (Hoefler, 2013); por tanto, se puede decir que estos colibríes no muestran signos de enfermedad relacionada con este parámetro.

6.1.3 *Asparto Amino Transferasa (AST)*

Todos los valores de esta variable en todos los géneros de colibríes estudiados se encuentran dentro del rango reportado para aves (Tabla 6): 330 UI/L (Hoefler, 2013). Aunque no es una enzima específica del hígado, si es primordial en aves; cuando existe una lectura de valores no normales en este parámetro, se puede considerar que existe una enfermedad hepática o muscular debido a causas como la clamidiosis, intoxicaciones, necrosis muscular o enfermedad de Pacheco (Molina, 2004). Dentro de este parámetro vemos que los colibríes investigados están en buen estado de salud ya que los valores hematológicos encontrados se encuentran dentro del rango normal para aves.

6.1.4 *Creatin Fosfo Quinasa (CPK)*

El valor habitual de este parámetro en aves va de 100 a 500 UI/L (Goncalves, 2011).

Todos los géneros de colibríes estudiados superaron este rango (Tabla 7). Estos valores altos podrían interpretarse como propios de aves con morfologías y fisiologías tan particulares como los colibríes, o como indicadores de deficiencia de vitamina E y selenio, clamidiasis, neuropatías o leve intoxicación por plomo (Molina, 2004). Resulta, por tanto, imprescindible desarrollar más investigaciones en este sentido para corroborar o descartar estas posibles causas.

6.1.5 *Colesterol*

Los rangos normales en aves van de 104 a 254 mg/dl (Fowler, 2001). En el presente estudio, 20 de las 21 muestras se encontraron dentro de este rango (Tabla 8); solo una perteneciente a *Heliodoxa* alcanzó 270 mg/dl, por lo que se pudiera manifestar que en general los colibríes del presente estudio muestran valores adecuados dentro de este parámetro sanguíneo.

Con respecto a las diferencias significativas encontradas en los niveles de Colesterol entre géneros de colibríes (mayores en *Heliodoxa* en relación a *Aglaiocercus*, específicamente), pudieran deberse a diferencias naturales entre géneros.

6.1.6. Calcio

Las medidas normales para aves dentro de este parámetro van de 8 a 12 mg/dl (Hoefler, 2013). Todos los géneros de colibríes evaluados, excepto dos, tuvieron valores dentro de este rango.

Los dos géneros que mostraron valores más bajos que 8 mg/dl fueron *Heliodoxa* y *Aglaiocercus* (Tabla 9); estos valores indican que estas aves podrían tener una hipervitaminosis D3, pero también son indicadores de una época de puesta; valores bajos también indican presencia de una hipoalbumemia y/o un hipoparatiroidismo nutricional avanzado (Molina, 2004).

En los otros géneros, los valores encontrados de Calcio se ajustan a lo esperado en aves.

Son necesarios más estudios sobre el comportamiento de esta variable sanguínea en estos animales silvestres.

Con respecto a las diferencias significativas encontradas en los niveles de Calcio entre géneros de colibríes (mayores en *Phaetornis* en relación a *Heliodoxa*, específicamente), pudieran deberse a diferencias naturales entre géneros.

6.1.7 Fósforo

El rango normal para este parámetro en aves es de 2,4 a 4,1 mg/dl (Yu, 2011).

Todos los géneros de colibríes estudiados superaron este rango (Tabla 10). Estos valores altos podrían interpretarse como propios de aves con morfologías y fisiologías tan particulares como los colibríes, o como indicadores de algún cuadro de hiperfosfatemia, que pudiera estar siendo causado por sobrenutrición de este mineral o de vitamina D en la dieta, enfermedades hepáticas o de la paratiroides (Yu, 2011). Resulta imprescindible desarrollar más investigaciones en este sentido para corroborar o descartar estas posibles causas.

Con respecto a las diferencias significativas encontradas en los niveles de fósforo entre géneros de colibríes (mayores en *Heliodoxa* en relación a *Phaetornis* y *Amazilia*, específicamente), pudieran deberse a diferencias naturales entre géneros.

6.1.8 Fosfatasa Alcalina

Los valores normales para este parámetro en aves van desde 42 a 479 UI/L.

Una de las nueve muestras del género *Colibri* y dos de las tres del género *Heliodoxa* mostraron mayores valores al rango normal de aves de este parámetro (Tabla 11). Cuando los valores sobrepasan el rango pudiera interpretarse como un problema hepático, una enfermedad ósea de Paget, osteomalacia (Martin, 2011).

Con respecto a las diferencias significativas encontradas en los niveles de Fosfatasa Alcalina entre géneros de colibríes (mayores en *Heliodoxa* que en *Agelaiocercus*), pudieran deberse a diferencias naturales entre géneros.

6.1.9. Glucosa

El rango normal para aves en general va desde 200 a 500 mg/dl (Goncalves, 2011). Veinte de las veintiún muestras sanguíneas arrojaron valores dentro de este rango (Tabla 12), solo una dentro del género *Phaetornis* lo superó con 588. Cuando existe glucosa elevada, se podría decir que son individuos que tienen tendencia a sufrir de diabetes, una enfermedad renal, simplemente tienen estrés, o están en época de puesta, entre otros (Molina, 2004). En todo caso, la mayoría de colibríes investigados se encuentran bien dentro de este parámetro.

6.1.10. Gamma Glutamyl Transaminasa (GGT)

Los valores normales para aves en general van de 12 a 14 UI/L (Bradley *et al.*, 2013).

Las muestras de 4 (*Aglaiocercus*, *Colibri*, *Doryfera*, *Heliodoxa*) de los 6 géneros analizados muestran valores inferiores a este rango (Tabla 13); la explicación a estos niveles no está muy clara todavía, podría estar relacionada con una fisiología particular de estas aves (diferente a las de las aves en general), siendo necesarios más estudios en este sentido.

Con respecto a las diferencias significativas encontradas en los niveles de GGT entre géneros de colibríes (mayores en *Phaetornis* y *Amazilia* que en *Heliodoxa* y *Colibri*), pudieran deberse a diferencias naturales entre géneros o en los hábitats que prefieren, por ejemplo la mayor preferencia por bananeras en el género *Heliodoxa*.

6.1.11. Proteínas

El rango normal para aves en general va de 3 a 6 mg/dl. Cuatro (*Agelaiocercus*, *Colibri*, *Doryfera*, *Phaetornis*) de los seis géneros de colibríes tuvieron valores menores a este rango (Tabla 14). Estos valores más bajos pudieran ser considerados como indicadores de hipoproteïnemia, causada posiblemente por parásitos, enfermedades hepáticas, mala absorción (Schreiner y Slanac, 2013); pero también cabe la posibilidad de que estos niveles bajos de proteína sean relativamente habituales en colibríes. Harían falta mayores estudios que permitan generar mayor información para este grupo específico de aves y determinar si estos niveles bajos se deben a alguna condición de enfermedad o a otra causa.

6.1.12 Triglicéridos

El rango normal de este parámetro en aves es de 50 a 120 mg/dl.

Los seis géneros de colibríes superan este rango (Tabla 15), lo cual pudiera deberse a que este grupo de aves tiene una fisiología particular en cuanto a este parámetro sanguíneo, de ser así estos valores no necesariamente podrían ser indicadores de algún nivel patológico (en particular porque estos niveles superiores ocurren en todos los géneros estudiados). Falta de literatura sobre análisis sanguíneo en colibríes dificulta la toma de una decisión concreta en cuanto a los valores encontrados en el presente estudio.

Si, por el contrario, se considerara que estos valores altos de triglicéridos fueran indicadores de alguna patología, se podría considerar que pudiera deberse a algún nivel de hipotiroidismo, enfermedad hepática, dieta rica en grasas, obstrucción de conductos biliares, entre otros, según lo reportado por Molina (2004) para otras aves. Urge, por tanto, la realización de estudios posteriores que puedan llegar a determinar si estos niveles de triglicéridos corresponden o no a alguna patología en particular.

Con respecto a las diferencias significativas encontradas en los niveles de Triglicéridos entre géneros de colibríes (mayores en *Doryfera* y *Agelaiocercus* que en *Amazilia*), pudieran deberse a diferencias naturales entre géneros o en los hábitats/alimentos que prefieren.

6.2. Análisis Multivariado de información

El Análisis de Componentes Principales (Figura 39) permitió abordar todos los datos de manera simultánea y a la vez determinar diferentes tipos de relaciones, entre las que resultan más importantes resaltar:

Que los individuos de *Agelaiocercus* no se encuentran asociados directamente a ninguna variable analizada, teniendo valores bajos a intermedios de ellas (sanguíneas y ecológicas); por ejemplo, tiene valores bajos de contenido de Ca y ácido úrico, pero también de colesterol y proteínas. A la vez, sus individuos viven en sitios de altitud menor, de baja calidad ecosistémica y son livianos y poco musculados.

Los individuos de *Amazilia* tienen altos contenidos de Ca y GGT en la sangre; bajos a muy bajos contenidos de CPK, ácido úrico, AST, glucosa, albúmina, colesterol y triglicéridos, P y proteínas; con individuos que se encuentran en sitios de altitudes bajas y de calidad del ecosistema mala o baja; en cuanto a su corpulencia son individuos livianos, relativamente musculados.

Los de *Colibri* muestran contenidos bajos de Ca y GGT y viven en zonas de altitud media y superior; suelen ser individuos más livianos y poco musculados, con menor contenido de proteínas y fósforo sanguíneo cuando viven en zonas de pastizales, y viceversa: individuos más saludables, pesados y musculados en zonas de bosques. En cuanto a las otras características, constituye un género extremadamente variable.

Los individuos de *Doryfera* tienen niveles bajos a muy bajos de GGT, Ca, CPK, ácido úrico, AST, albúmina, colesterol y triglicéridos; contenidos medios de fósforo y proteínas. En cuanto a su preferencia de hábitat se localizan en sitios de altitudes bajas, con calidad del ecosistema también baja o pobre. En cuanto a su corpulencia tienden a ser individuos medianamente pesados y musculados.

Heliodoxa incluye individuos con bajos contenidos de GGT, Ca, CPK, ácido úrico, AST y glucosa; con valores medios a altos de colesterol y triglicéridos, y altos en cuanto a contenido de P y proteínas, constituyéndose en los individuos más pesados y musculosos del estudio. Viven primordialmente en ambientes de bosques y eventualmente en bananeras.

Phaetornis cuenta con individuos con valores medios a altos de GGT y Ca, y más bien bajos en todas las demás características sanguíneas, son individuos de poco peso y musculatura, que viven a bajas altitudes en ecosistemas con poca calidad como bananeras y pastizales.

Se debe recalcar que el uso del ACP permitió una interpretación global simultánea no dada *a priori*, sino deducida tras observar la relación de los factores con las variables de interés, de acuerdo con lo propuesto por investigadores como Fariñas (1996), Yáñez (2010) y Terradez (2011).

Finalmente, cabría destacar que debido a los valores altos de Calcio se podría deducir que los individuos de los géneros *Amazilia*, *Phaethornis* y *Colibri* pudieran encontrarse en época de puesta de huevos (a la fecha del muestreo), o con dietas muy ricas en calcio y/o vitamina D.

Los valores altos de Ácido Úrico, constantes en individuos del género *Colibri* pudieran estar sugiriendo que podrían estar teniendo alguno de los siguientes problemas: fallo renal, trauma tisular, dieta pobre, entre otros.

Valores altos de Triglicéridos y Colesterol, asociados mayormente a individuos de *Colibri* y *Heliodoxa* podrían estar indicándonos que tienen una dieta más rica en grasas o a su vez que podrían presentar alguna condición patológica relacionada con hipotiroidismo o malfuncionamiento hepático.

Lo mencionado en los tres párrafos anteriores, unido a lo propuesto en el capítulo anterior (sección ACP), constituyen conjeturas que no pueden ser afirmadas con el cien por ciento de certeza debido a la crítica falta de estudios que hayan sido efectuados analizando variables sanguíneas en colibríes, lo cual se esperaría que cambie en un futuro próximo. El presente estudio, por tanto, constituye uno pionero en este sentido en Latinoamérica.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Considerando la existencia, en la muestra de colibríes analizada, de algunos valores fuera de los rangos reportados para aves (por ejemplo: valores muy bajos de Albúmina y de Creatin Fosfo Quinasa en todos los géneros evaluados; dos géneros con valores muy bajos en Calcio; cuatro géneros con valores muy bajos de GGT; cuatro géneros con valores muy bajos de proteínas; dos géneros con valores muy altos en Fosfatasa Alcalina; valores muy altos de Fósforo y de Triglicéridos en todos los géneros evaluados), los colibríes evaluados aparentemente no se encontrarían en buen estado de salud o tendrían una fisiología sanguínea muy particular que los diferenciaría dramáticamente del resto de las aves respecto a estas características. Sin embargo, esta aseveración es tentativa, resulta bastante difícil concluir fehacientemente que los colibríes estarían sufriendo una o más enfermedades pasajeras o crónicas, debido a la falta de investigaciones y publicaciones efectuadas sobre bioquímica sanguínea de colibríes, en las cuales poder apoyarse para poder aseverar esto y también debido a que no se analizó otro tipo de sintomatología en los individuos estudiados, debido al tipo de investigación realizada, misma que no contemplaba tal actividad.

En torno a esto, cabe mencionar que los valores hematológicos de aves de otros grupos reportados por literatura (pollos, ñandúes, avestruces, aves rapaces, entre otras) constituyen una referencia que todavía hay que manejar con cuidado, hasta que no se llegue a construir suficiente teoría sólida en torno a la bioquímica sanguínea específica de colibríes.

A pesar de ello, los datos que se muestran en el presente documento constituirían de los primeros pilares para sentar estas bases.

7.2. Recomendaciones

En estudios posteriores se recomienda:

- Mejorar la técnica de toma de muestras sanguíneas de colibríes, en especial con aquellas especies con individuos adultos naturalmente pequeños, para reducir al máximo el daño que se pudiera causar a tales individuos.
- Tomar más datos de bioquímica sanguínea de estas aves en Ecuador y otros sitios de Latinoamérica para crear una base de datos internacional que permita fortalecer e impulsar el desarrollo de futuras investigaciones en este grupo de aves.
- Correlacionar los datos de bioquímica sanguínea con otras características morfológicas y anatómicas en cada individuo o género analizado, para buscar corroborar o negar la existencia de condiciones patológicas en colibríes de diferentes ecosistemas.
- Trabajar con tamaños de muestras similares para cada género de colibríes analizado (en los estudios que incluyan simultáneamente a varios géneros) y/o concentrarse solo en un género o especie particular.

LITERATURA CITADA

Documentos impresos:

- Altman, R., Club, S., Dorrestein, G. y Quesenberry, K. (1997). *Avian Medicine and Surgery*. Philadelphia: WB Saunders.
- Arteaga, A., Bustamante, L. y Guayasamín, J. (2013). *The Amphibians and Reptiles of Mindo: Life in the Cloudforest*. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Baroja, G. y Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Nanegalito. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Nanegalito 2012-2025*. Quito.
- Belmar, M., Armas, J., Belmar, D., Riveros, W., Yegres, S. y Carrillo, G. (1997). *Mecanismos de regulación ácido-básica en algunos vertebrados e invertebrados del oriente de Venezuela*. **Bol. Inst. Oceanográfico de Venezuela** 36: 37-43.
- Berk, P. y Korenblat, K. (2007). *Approach to the patient with jaundice or abnormal liver test results*. In: Goldman, L. y Ausiello, D. (Eds.). *Cecil Medicine*. 23rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- BirdLife International. (2013). Important Bird Areas factsheet: Mindo and western foothills of Volcan Pichincha (Mindo y Estribaciones Occidentales del volcán Pichincha IBA). Disponible en: <http://www.birdlife.org> (consultado el 4 de enero, 2015).
- Bleiweiss, R. y Olalla, P. (1983). *Notes on the ecology of the Black-breasted Puffleg on volcán Pichincha, Ecuador*. **Wilson Bulletin** 95 (4): 656-661.
- Bradley, R., Fitzpatrick, A., Duk-Hee, L. y Jacobs, D. (2013). *Associations between total serum GGT activity and metabolic risk: MESA*. **Biomarkers Med.** 7(5): 709-721.
- Brandan, N., Aguirre, M. y Giménez, C. (2008). *Hemoglobina*. México DF: UNNE, Facultad de Medicina, Cátedra de Bioquímica.

- Bruñe, K. y Spitznagel, J. (1973). *Peroxidaseles Chicken Leukocytes isolation and characterization of anti - bacterial granules*. **J. Infect. Dis.** 127: 84 – 94.
- Cabrera, F. (2010). *Guía teórica de tejidos básicos y tejido sanguíneo*. Maracay: Universidad Central de Venezuela.
- Campbell, T. (1995). *Avian Hematology*. En: Campbell, T. *Avian Hematology and Cytology*. Iowa: Iowa State Press.
- Campbell, T. y Ellis, C. (2007). *Avian and Exotic animal Hematology and Cytology*. New York: Blackwell Publishing.
- Czerkiewicz, I. (2004). *Trastornos de la osmolaridad: interpretación y diagnóstico etiológico*. Ed. C. Fernández. Asociación Española de Farmacéuticos Analistas Modesto Lafuente, 3 - 28010 Madrid
- D'aloia, M., Samour, J., Bailey, T., Naldo, J. y Howlett, J. (2007). *Normal blood Chemistry of the kori bustard (*Ardeotis kori*)*. Abu Dhabi: National Avian Research Center, Veterinary Science Department.
- De Soye, Y., Schuchmann, K. y Matheus, J. (1997). *Field notes on the Giant Antpitta *Grallaria gigantea**. **Cotinga**: 35-36.
- Devlin, T. (2004). *Bioquímica*. Barcelona. Reverté.
- Dieterien-Lievre, F. (1998). *Vertebrate Blood Cells*. Cambridge/London: Cambridge University Press.
- Dominic, A. (2011). *Biodiversidad y Conservación: una Guía Informativa*. La Paz: Asociación para la Biología de la Conservación.
- Estrada, F. y Uribe, A. (2002). *Atlas de Histología de los Vertebrados*. México: Editorial UNAM.
- Fariñas, M. (1996). *Análisis de la vegetación y de sus relaciones con el ambiente mediante métodos de ordenamiento*. Trabajo de ascenso. Mérida: Universidad de los Andes.
- Fernández, A., Rodríguez, A., Palenzuela, S., González, N., Gutiérrez, C. y M. Alberti. (2001). *El valor de la necropsia en una unidad de cuidado intensivo pediátrico*. **Arch. Pediatr. Urug.** vol.72 no.3 Montevideo set. 2001.
- Fourier, F. y Harting, C. (1980). *Variability in Bird Hematology*. **Comp. Biochem. Physiol.** 65: 147–150.

- Fowler, M. (2001). *Biology, Medicine, and Surgery of South American Wild Animals*. Ames: Iowa State University Press.
- Gálvez, C., Ramírez, G. y Osorio, J. (2009). *El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas*. **Biosalud** 8: 178-188.
- García, D. y Ramírez, O. (2010). *Sistema cardiovascular aviar*. Bucaramanga: Universidad de Santander, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Gonçalves, L. (2011). *Hematología e bioquímica sanguínea em jovens de cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) no estado selvagem*. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidad de Lisboa.
- Gould, J. (1861). *An introduction to the Trochilidae, or family of humming-birds*: 102.
- Greeney, H., Lysinger, M., Walla, T. y Clark, J. (1998). *First description of the nest and egg of the Tanager Finch (*Oreothraupis arremonops*, Sclater 1855), with additional notes on behavior*. **Ornitología Neotropical** 9(2): 205-207
- Hainsworth, F. (1978). *Costs and benefits of energy regulations*. **Amer. Zool.** 18: 701-714.
- Hall, G. (2000). *Tratado de Fisiología Médica*. New York: McGraw-Hill Interamericana,
- Harmon, B. y Blisson, J. (1990). *Disassociation of bacterial and fungistatic activities from the oxidate burst of avian macrophages*. **Am. J. Vet.** 51: 71 -75.
- Herbert, R., Nanney, J., Spano, W., Pedersoli, M. y Krista, L. (1989). *Erythrocyte Distribution in Ducks*. **Am. J. Vet. Res.** 50: 958-960.
- Hofer, H. (1994). *Bile acid testing in psittacine birds*. **Semin. Avian and Exotic Pet Med.** 3:33-37.
- Hofer, H. (2013). *Basic Avian Clinical Pathology Testing*. New York: Island Exotic Veterinary Care.
- Khan, S., P. Brennan, J. Newman, R. Gray, E. McCloskey y J. Kanis. (1996). *Paget's disease of bone and unvaccinated dogs*. Volume 19, Issue 1, pages 47-50. Elsevier Inc.
- Kidshealth for neumors. (2013). Análisis de sangre: Gamma Glutamil Transpeptidasa (GGT). Recuperado de: www.kidshealth.org (Consultado el 28 de noviembre 2013).

- Kirwan, G. y Marlow, T. (1996). *A review of avifaunal records from Mindo, Pichincha province, north-western Ecuador*. **Cotinga** 6: 47-57.
- Krabbe, N., Braun, M., Jácome, M., Robbins, M., Schjorring, S. y Sornoza, M. (1994). *Black-legged Puffleg found: extant but seriously threatened*. **Cotinga**: 8-9.
- Márquez, M., Stiles, G. y Rangel, O. (2001). *Interacción Planta-Colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Martin, J. (1988). *Feeding strategies in two sympatric species of hummingbirds*. **Condor** 90: 233-236.
- Martin, P. (2011). *Approach to the patient with liver disease*. En: Goldman, L. y Schafer, A. (Eds.). Cecil Medicine. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Maxwell, M. (1984). *Histochemical identification of tissue eosinophils in the inflammatory response of the fowl (*Gallus domesticus*)*. **Res. Vet. Sci.** 37:7-11.
- MECN. 2009. *Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)*. Publicación Miscelánea No. 6. Serie de Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) - Fondo Ambiental del MDMQ. 1 - 51 pp. Quito: Imprenta Nuevo Arte. Quito - Ecuador.
- Molina, R. (2004). *Hematología y Bioquímica Sanguínea*. Madrid: Centro de Fauna de Torreferrusa.
- Ortiz, F. (2003). *Los Colibríes*. Quito: Imprenta Mariscal.
- OZA Policlínica veterinaria. *Blog técnico divulgativo del mundo animal* (online). Disponible en URL://veterinariapsitacosis.webarchive (consulta 12 enero 2014)
- Palacios, J. (1997). *La avifauna de la cuenca alta del río Mindo*. Tesis de Licenciatura. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Palomeque, G. (1997). *Química sanguínea y hemograma normal del avestruz*. En: Cría de Avestruces, Emús y Ñandúes. Madrid: Real Escuela de Avicultura.
- Rampón, B. (2003). *Quinde*. Madrid: GAEZ, Artes Gráficas S. A.
- Randall, D., Burggren, K. y French, E. (1988). *Fisiología Animal*. Madrid: Mcgraw Hill Interamericana.
- Restall, R., Rodner, C. y Lentino, M. (2007). *Birds of Northern South America: An Identification Guide*. Yale University Press, New Heaven y London.

- Ridgely, R. y Cooper, M. (2011). *Colibríes del Ecuador: Guía de campo*. Quito: Ediecuatorial.
- Rose, M., Hesketh, P. y Ogilvie, G. (1979). *Peripheral blood Leucocyte response to coccidial infection: a comparison of the response in rats and chickens and its correlation with resistance to reinfection*. **Immunology** 36: 71-79.
- Sánchez, C. y Murray, S. (2008). *Diagnosis and Successful Treatment of a Presumptive Case of Aspergillosis in a Micronesian Kingfisher (*Halcyon cinnamomina cinnamomina*)*. Washington DC: Department of Animal Health, Smithsonian National Zoological Park.
- Santander, T. (2002). *Investigación y Conservación del colibrí endémico *Eriocnemis nigrivestis**. Quito: CECIA.
- Schreiner, J. y Slanac, A. (1997). Influencia del sexo y la edad sobre algunos parámetros bioquímicos en ñandúes (*Rhea americana*). Disponible en: www.unne.edu.ar/cyt/1997/04.veterinaria/v-016 Consultado el 15 de noviembre de 2013.
- Schreiner, J., Slanac, A. y Navamuel, J. (2004). *Hematología y bioquímica sanguínea del ñandú (*Rhea americana*). Datos comparativos de animales jóvenes*. Corrientes – Argentina: Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE.
- Sierra, R. (Ed.). (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Quito: Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.
- Soler, D. (2008). *Antecedentes de la investigación ornitológica neotropical e importancia de los profesionales de la salud animal*. **Mem. Conf. Interna Med. Aprovech. Fauna Silv. Exót.** 4(1): 15-17.
- Stiles, F. (2000). *Evaluando la disponibilidad y el uso de los recursos florales para los colibríes*. En: Aguirre, I. (Ed.). *Memorias del Primer Congreso Colombiano de Botánica*. Abril 26-30/ 1999. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Sturkie, P. y Griminger, P. (1986). *Body fluids; blood in avian physiology*. New York: Springer-Verlag.

- Swayne, D., Stockman, S. y Johnson, G. (1986). *Cytochemical properties of Chicken blood cells resembling both thrombocytes and lymphocytes*. **Vet. Clin. Path.** 15: 17 – 24.
- Terradez, M. (2011). Análisis de Componentes Principales. Proyecto e-Math Financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades. Madrid: MECD.
- Weiss, D. (1984). *Uniform evaluation and semiquantitative reporting of hematologic data in veterinary laboratories*. **Vet. Clin. path.** 13 (2): 27 – 31.
- Welford, M. (2000). *The importance of early successional habitats to rare, restricted-range and endangered birds in the Ecuadorian Andes*. **Bird Conservation International** 10 (4): 351 - 360.
- Yáñez, P. (2010). Biometría y Bioestadística fundamentales. Analizando la estructura numérica de la información en proyectos ecológicos. Quito. Ecuador.
- Yu, S. (2011). *Disorders of magnesium and phosphorous*. En: Goldman, L. y Schafer, A. (Eds.). *Cecil Medicine*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Documentos desde internet:

- Avesdeburgos: Diccionario Ornitológico (online). (2014). Disponible en URL: <http://Avesdeburgos.com/diccionario/ornitologico.web.archive> [consultado en enero 10, 2014].
- Merriam-Webster, *An Encyclopedia Britannica Company*. Disponible en URL:<http://www.merriam-webster.com/dictionary> (consulta 14 de enero del 2014).
- http://estudiositemasbiologicos.blogspot.com/2010/09/componentes-de-la-sangre_02.html imagen1 [consultado en abril 12, 2013].
- <http://www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx> figura 10 [consulta en agosto 12 del 2013]
- <http://www.googleimages.com> [consultado en noviembre 23, 2013]
- <http://www.ubicaquito.com> [consultado en noviembre 10, 2013]
- <http://www.wikipedia.org> [consultado entre noviembre 2013 a mayo 2014]
- Google Earth, 2014. [consultado en junio 2014]