



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE
LOJA**

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE MAGÍSTER EN ANÁLISIS BIOLÓGICO Y
DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO

**Evaluación del daño genotóxico mediante determinación de
micronúcleos en aves de bosque seco.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORA: Bustamante Sinche Alexandra Nohemí

DIRECTORA: Cevallos Solórzano Gabriela

LOJA-ECUADOR

2018



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2018

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Mgs. Gabriela Cevallos Solórzano

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

Que el presente trabajo de titulación: "Evaluación del daño genotóxico mediante determinación de micronúcleos en aves de bosque seco", realizado por Bustamante Sinche Alexandra Nohemí ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre del 2018.

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Alexandra Nohemí Bustamante Sinche, declaro ser autora del presente trabajo de titulación: **“Evaluación del daño genotóxico mediante determinación de micronúcleos en aves de bosque seco”** de la Maestría en Análisis Biológico y Diagnóstico de Laboratorio, siendo Mgs. Cevallos Solórzano Gabriela, directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f).....

Autor: Bustamante Sinche Alexandra Nohemí

Cédula:1104223334-0

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo al ser supremo “Dios”, quien me ha concedido la vida y me ha guiado a lo largo de mi existencia.

A mi padre que, a pesar de no existir, supo inculcar en mis los valores fundamentales en mi niñez, para el desarrollo de mi personalidad.

A mi madre, que con su esfuerzo y sacrificio me brindó el apoyo incondicional para la obtención de mi maestría.

A mis queridos hijos; Víctor y Jossué que fueron el motivo principal de mi superación y sacrificio.

A mis hermanas Diana y Paola, y demás familiares que me apoyaron y me alentaron en todo momento, para que yo llegue a la obtención final de mi título

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Particular de Loja que a través de sus docentes permitieron en mí, el desarrollo integral de mi personalidad, no solamente en el área cognoscitiva, si también en el área afectiva, que me servirá para ser un elemento positivo a mi familia y a la sociedad.

A si mismo quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Mgs. Gabriela Cevallos, quien, con su paciencia, abnegación y sacrificio, supo orientarme en mi desarrollo de mi trabajo de titulación.

A la PhD. Natalia Bailón quien, con su experiencia, supo encaminarme adecuadamente para llegar a feliz término de mi trabajo investigativo.

A los compañeros de Laboratorio de Genética y Toxicología, los que sin egoísmo alguno me brindaron, su apoyo incondicional en el desarrollo de mi trabajo investigativo.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
LISTA DE GRÁFICAS.....	vii
LISTA DE TABLAS	vii
ABREVIATURAS	viii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Genética Toxicológica	6
1.2. Pruebas Genotoxicológicas.....	7
1.2.1 Ensayos de micronúcleos.....	7
1.3. SUSTANCIAS GENOTÓXICAS.....	8
1.3.1 Efecto genotóxico.....	8
1.4. CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE Y AVES.....	9
1.4.1 Características del bosque seco.....	9
1.4.2 Tipos de aves silvestres.....	10
1.4.3 Proceso de eritropoyesis en aves.....	12
CAPITULO II. OBJETIVOS DEL PROYECTO	14
2.1 Objetivo general del proyecto.	15
2.2 Objetivos específicos del proyecto.	15
CAPITULO III. MÉTODOS	16
3.1 Datos del cantón Zapotillo	17
3.2 Población y muestra.....	18
3.3 Preparación y analisis de placas.....	18
3.4 Análisis estadísticos.....	19
RESULTADOS	19
DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIONES.....	24
RECOMENDACIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Frecuencia de micronucleos en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja..... 19

Tabla 2: Frecuencia de notched en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja..... 30

Tabla 3: Frecuencia de células binucleadas en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja..... 32

Tabla 4: Frecuencia de buds en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja..... 33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Alteraciones nucleares con tinción de Giemsa en eritrocitos de aves (a: micronucleos, b: buds; c: células binucleadas, d: notched)..... 18

Figura 2. Relación entre la presencia de Micronucleos y tipo de bosque. A, Amazalia amazalia; B, Vireo olivaceus; C, Polioptila plumbea; D, Campostoma obsoletum; y, E, todas las especies. 20

Figura 3. Relación entre la presencia de notched y tipo de bosque. A, Amazalia amazalia; B, Vireo olivaceus; C, Polioptila plumbea; D, Campostoma obsoletum; y, E, todas las especies. 31

Figura 4. Relación entre la presencia de células binucleadas y tipo de bosque. A, Amazalia amazalia; B, Vireo olivaceus; C, Polioptila plumbea; D, Campostoma obsoletum; y, E, todas las especies..... 34

Figura 5. Relación entre la presencia de buds y tipo de bosque. A, Amazalia amazalia; B, Vireo olivaceus; C, Polioptila plumbea; D, Campostoma obsoletum; y, E, todas las especies. 35

ABREVIATURAS

MN	micronúcleos
ADN	ácido desoxirribonucleico
CMN	células mononucleadas
CBN	células binucleadas
NBUD	brotos nucleares
CN	células normales
CNOCH	células noched
AC	aberraciones cromosómicas
PN	puentes neoplásicos
CR	carcinogénesis
AN	anormalidades nucleares
DB	diversidad biológica
BS	bosque seco
FRMN	frecuencia de micronúcleos
EFG	efecto genotóxico
FRBMN	frecuencia basal de micronúcleos
DSV	desviación estándar
EPEND	especies endémicas
EFCLA	efecto clastogénico
OMS	organización mundial de la Salud

RESUMEN

La alteración y el daño del material genético en los organismos silvestres provocadas por las diversas actividades antropogénicas afectan la persistencia de sus poblaciones y perjudican la estabilidad de los ecosistemas. De estas las aves se consideran buenos bioindicadores de los efectos genotóxicos debido a sus características de comportamiento, dieta diversificada, abundancia, uso de varios hábitats y accesibilidad. Por tanto, existen varias pruebas que identifican daños genotóxicos siendo la prueba de micronúcleo la más sencilla y económica, capaz de evaluar la sensibilidad de los organismos a agentes contaminantes. Los micronúcleos (MN) son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos, que espontáneamente o por causa de agentes genotóxicos, quedan fuera del núcleo durante la división celular. El objetivo de este estudio fue establecer la frecuencia de micronúcleos presentes en eritrocitos de aves procedentes de bosque seco. Se analizaron aves que transitan en el bosque seco del cantón Zapotillo- Provincia de Loja, y se identificaron tres áreas denominadas denso, semidenso y ralo. Se analizaron 180 individuos de 16 especies. Solo 3 especies presentaron suficiencia de muestreo para ser analizados entre presencia de micronúcleos.

PALABRAS CLAVE: micronúcleos, anormalidades nucleares, Zapotillo, aves silvestres, bosque seco.

ABSTRACT

The alteration and damage of genetic material in wild organisms caused by the various anthropogenic activities affect the persistence of their populations and damage the stability of ecosystems. Of these birds are considered good bioindicators of genotoxic effects due to their behavioral characteristics, diversified diet, abundance, use of various habitats and accessibility. Therefore there are several tests that identify genotoxic damage, the micronucleus test being the simplest and most economical, capable of evaluating the sensitivity of organisms to contaminating agents. The micronuclei (MN) are fragments of chromosomes or complete chromosomes, which spontaneously or because of genotoxic agents, remain outside the nucleus during cell division. The objective of this study was to establish the frequency of micronuclei present in erythrocytes of birds from dry forest. Birds that transit in the dry forest of the canton Zapotillo - Province of Loja were analyzed, and three dense, semi-dense and sparse areas were identified. 180 individuals of 16 species were analyzed. Only 3 species showed sufficient sampling to be analyzed between the presence of micronucleus. The micronucleus analysis showed no significant difference type of.

KEYWORDS: micronucleus, nuclear abnormalities, Zapotillo, wild birds, dry forest.

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos son ecosistemas con vegetación boscosa, ubicados en un piso térmico cálido con bajas tasas de precipitaciones y con períodos de sequía bien marcados (Fraume, 2007). En la zona ecuatorial los bosques secos conforman pequeños parches aislados en la Costa de Venezuela y Colombia, en la Costa sur-occidental del Ecuador y nor-occidental de Perú, y en los valles interandinos de Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia.

La contaminación del medio ambiente causada tanto por la injerencia del hombre como por los diferentes desastres naturales es uno de los mayores problemas que enfrenta la sociedad actual. Debido a que se vierten un sin número de agentes físicos y químicos derivados de diversas actividades como es la generación de energía, industria, siderurgia, agricultura entre otras; por otro lado, algunos procesos naturales como erupción de volcanes, inundaciones, gases producidos por pantanos, entre otros fenómenos (Uhart, Díaz, & López, 2011).

Convirtiéndose en la fuente de contaminantes peligrosos tanto al aire, al agua o el suelo, que son los elementos imprescindibles de la vida, lo que genera efectos graves sobre los ecosistemas enteros, haciendo la vida más difícil para los seres humanos, animales o plantas, poniendo en riesgo la conservación y subsistencia de las aves silvestres, por lo que se ha planteado investigar la evaluación del daño genotóxico mediante determinación de micronúcleos en aves de bosque seco.

Los micronúcleos son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos, que espontáneamente o por causa de agentes genotóxicos, quedan fuera del núcleo durante la división celular. Por lo que son considerados como un biomarcador de efecto genotóxico a nivel subcelular y el incremento de su frecuencia se considera una respuesta temprana de daño cromosómico, permitiendo detectar en interfase las consecuencias de los efectos clastogénicos y aneugénicos (Bonassi & Au, 2002).

Por tanto, el estudio de estos daños infligidos al material genético de poblaciones silvestres tanto de plantas y animales pueden ser analizados aplicando biomarcadores de exposición como es la determinación de micronúcleos (MN) y cuyo incremento supone una respuesta temprana de daño cromosómico (Bonassi & Au, 2002). Otras alteraciones nucleares que podrían denotar daño en el material genético se encuentran los brotes nucleares (*Buds*), binucleaciones, puentes nucleoplásmicos y colas nucleares (*Noched*). La totalidad de estas

alteraciones pueden ser halladas en los eritrocitos de sangre periférica de distintas especies animales (Quero, Zarco, & Hynes, 2013; Zúñiga-González et al., 2000).

En Ecuador, no se han realizados estudios que evalúen los efectos genotóxicos en aves producidos por diversas alteraciones antrópicas en su hábitat, razón por la cual se planteó como propósito de la investigación establecer la frecuencia de micronúcleos presentes en eritrocitos de aves, procedentes de bosque seco del cantón Zapotillo; con el fin de sentar una línea base, para que estos organismos puedan ser empleados como bioindicadores de contaminación. Además, pueden ser utilizados como base imprescindible de comparación a la hora de realizar estudios posteriores de evaluación de agentes con efectos genotóxicos sobre las especies estudiadas.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Genética Toxicológica

La genética toxicológica es una ciencia que da como resultado el descubrimiento de la interacción entre tóxicos y ADN esto traducido en varios procesos nocivos como la mutagénesis, carcinogénesis y teratogénesis. Tiene como finalidad evaluar los efectos genotóxicos potenciales en las células somáticas y estudia la inducción de mutaciones en células germinales que pueden aumentar las frecuencias de enfermedades genéticas. Para ello, se usa diversas herramientas y técnicas validadas y mejoradas cada día (Guachalla & Ascarrunz, 2003).

Bajo este contexto, tenemos que genotoxicidad se define como el efecto producido en la célula por acción de las moléculas de origen mutágeno (genotoxinas), que destruye el material genético e inducen a mutaciones en el ADN (Umag, 2012). La valoración de este indicador es de importancia ya que permite analizar las diferentes formas de mutaciones como aberraciones cromosómicas, recombinación y cambios numéricos que se producen a nivel del genoma (Pharmaceu Sci, Saks, Upreti, & Dang, 2017).

Además, Cristina & Trujillo (2009) en sus investigaciones aportan al análisis del efecto genotóxico, indicando que en este se incluyen los agentes que interaccionan tanto directa como indirectamente con el ADN, lo que provoca mutaciones y los que interfieren en algunos procesos enzimáticos de la reparación, en la génesis o polimerización del material proteico involucrado en la segregación cromosómica.

La contaminación ambiental se considera una problemática de salud pública importante, debido a sus muchos efectos nocivos para los ecosistemas y los organismos que los habitan, tanto en los humanos, como animales y plantas. Esta contaminación causada tanto por la injerencia del hombre como por los diferentes desastres naturales es uno de los mayores problemas que enfrenta la sociedad actual. Uhart et al. (2011), estima que entre 100000 y 200000 aves marinas fueron afectadas por toxinas paralizantes en 2003 en las Malvinas, también asociadas a cambios ambientales y climáticos se encuentran enfermedades recurrentes como el botulismo y el cólera aviar en América del Norte, que en algunos años llegan a causar mortandades del orden de los miles de individuos por día en aves acuáticas (Edinburgh, 2008).

1.2 Pruebas Genotoxicológicas

Zuluaga M, et al. (2009), indican que en este término efecto genotóxico, se incluyen los agentes que interaccionan tanto directa como indirectamente con el ADN, lo que provoca mutaciones y los que interfieren en algunos procesos enzimáticos de la reparación o en la génesis o polimerización del material proteico involucrado en la segregación cromosómica. La exposición a largo plazo a estos agentes genotóxicos, puede producir lesiones del hígado, riñones y el sistema nervioso central, entre otros; mientras que la exposición a corto plazo puede producir irritación de los ojos y vías respiratorias, dolor de cabeza, mareo, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas de la piel, náusea y trastornos de la memoria.

1.2.1 Ensayos de micronúcleos

Los micronúcleos (MN) son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos, que espontáneamente o por causa de agentes genotóxicos, quedan fuera del núcleo durante la división celular (Griffiths & Col., 2000). Las células micronucleadas se originan cuando las células mitóticas con rupturas de las cromátidas o aparato mitótico disfuncional sufren una distribución anormal de la cromatina durante el anafase. Después de la telofase, la cromatina desplazada puede ser excluida de los núcleos de las células hijas y queda en el citoplasma como un micronúcleo (Schmid, 1975).

Otra manera de poder valorar los micronúcleos es mediante el uso de organismos bioindicadores, los cuales reflejan cambios en la condición del ambiente o indicando la presencia de contaminantes. La salud de los bioindicadores se evalúa a través de respuestas llamadas biomarcadores o marcadores biológicos. Según Shugart & McCarthy.,(1990), los biomarcadores son "medidas en los niveles molecular, bioquímico o celular, tanto en poblaciones provenientes de hábitats contaminados, como en organismos expuestos experimentalmente a contaminantes, y que indican que el organismo ha estado expuesto a sustancias tóxicas y la magnitud de la respuesta del organismo al contaminante".

La prueba de micronúcleos es ampliamente aceptada y es posible utilizarla in vivo e in vitro en diversas especies: humano, rata, ratón, hámster, primates, anfibio, aves, peces y moluscos; y en gran variedad de tejidos como: sangre periférica, reticulocitos de la médula ósea, linfocitos, hepatocitos y en células de mucosa bucal (Zúñiga y Col.,1996; Zúñiga & Col., 2000; Zúñiga & Col., 2001; Álvarez, 2001; Se & Col., 2003; Cristaldi & Col., 2004).

Quero et al. (2014) destacan que los micronúcleos son considerados como un biomarcador de efecto genotóxico a nivel subcelular y el incremento de su frecuencia se considera una respuesta temprana de daño cromosómico, permitiendo detectar en interfase las consecuencias de los efectos clastogénicos (capaces de inducir roturas cromosómicas) y aneugénicos (capaces de inducir aneuploidía, que es el cambio en el número cromosómico y puede dar lugar a enfermedades genéticas).

1.3 Sustancias Genotóxicas

Se entiende por contaminantes ambientales y mutaciones a cualquier factor que por exceso o defecto altere el equilibrio de un sistema ecológico, se puede hablar de dos fuentes de contaminación principales naturales o antropogénicas (Albert, 1997). Entre las principales causas antropogénicas de la contaminación tenemos:

- Actividades productivas: explotación de recursos renovables y no renovables, la agricultura y la industria.
- Actividades no productivas: transporte, actividades domésticas, servicios.
- Procesos sociales y culturales: urbanización, crecimiento demográfico, economía de consumo.

Las diversas actividades realizadas por el hombre, como algunos eventos naturales, son las principales causales que contaminan el medio ambiente, debido a la liberación de agentes potencialmente tóxicos y genotóxicos, lo que constituye una preocupación mundial por los riesgos que conlleva para la salud humana y los ecosistemas.

1.3.1 Efecto genotóxico

Según Arroy (2013), los contaminantes tóxicos actúan como agentes ambientales no infecciosos que tienen variados efectos, desde la irritación hasta la muerte de las células y tejidos, incluso, el organismo. Existe una clase particular que produce alteración en el material genético o en sus moléculas asociadas, por lo que se les reconoce como agentes genotóxicos. Dentro de este término se incluyen los agentes que interaccionan tanto directa como indirectamente con el ADN. La exposición a largo plazo a estos agentes genotóxicos, puede producir lesiones del hígado, riñones y el sistema nervioso central, entre otros. La exposición a corto plazo puede generar irritación de los ojos y vías respiratorias, dolor de

cabeza, mareo, trastornos visuales, fatiga, pérdida de coordinación, reacciones alérgicas de la piel, náusea y trastornos de la memoria (Zuluanga Monica., 2009).

1.4 Características del Bosque y Aves

1.4.1 Características del bosque seco

Los bosques estacionalmente secos son ecosistemas en los cuales la mayoría de sus especies vegetales pierden sus hojas, poseen una alta diversidad biológica y son muy frágiles y debido a las actividades antrópicas, soportan una constante amenaza por la pérdida de su composición y estructura original (Pennington et al. 2000). Según Ceron et al., 1999) los bosques estacionalmente secos en Ecuador están incluidos en las formaciones vegetales de la costa, en las subregiones Centro (seca) y Sur en una franja costera que abarca tierras bajas y partes bajas de las cordilleras andina y costeras; empiezan en el sur de Esmeraldas, continua en Manabí y Guayas hasta el suroccidente de las provincias de Loja y El Oro en la frontera con Perú.

El cantón Zapotillo escenario de la investigación pertenece a la provincia de Loja y se ubica en el suroeste de Ecuador, en la zona fronteriza con Perú. Abarca un territorio total de 1210 km², del cual el 88% (1062.43 km²) corresponde aún a diversos tipos de vegetación natural de bosque seco (Cueva & Chalan, 2010). Esta zona presenta clima tropical y ecuatorial, con temperatura promedio anual de 25.6°C, con una estación más cálida entre diciembre y mayo y una más fresca entre junio y noviembre (Maldonado 2002). En el cantón Zapotillo se registraron 156 especies de aves, 43 endémicas tumbesinas, 22 migratorias y cinco amenazadas a nivel global. Además, proponen la ampliación de distribución de cuatro especies para Ecuador. Incorporando la información previa a este estudio, el total de aves para Zapotillo llega a 184 especies, 49 endémicas tumbesinas, 25 migratorias y 11 amenazadas a nivel global; es de considerar que Zapotillo representa el 1,73 % de los bosques secos occidentales de Ecuador; sin embargo, alberga al 75 % de las aves presentes de estos bosques y el 83 % del total de aves endémicas de región Tumbesina del país. (Ordoñez *et al.* 2016; Albuja 2011).

1.4.2 Tipos de aves silvestres

Parra (2014) manifiestan que las aves, son importantes para mantener el equilibrio de los ecosistemas debido a que están estrechamente relacionadas a la condición de los hábitats, colocándolas como buenos indicadores de perturbación, ya que estas aves representan un

grupo de vertebrados terrestres ampliamente diversificados, distribuidas en todo el planeta con excepción de los desiertos extremos y la Antártida. Las especies de aves que se registran en el cantón zapotillo y que se incluyen en él se detallan a continuación.

- ***Rhyuchispiza stolzmanni***, Son aves que habitan en regiones áridas y semiáridas, abundantes en arbustos o pastos, principalmente en áreas de matorrales. Son de tamaño mediano, entre 13 y 20 cm de longitud del pico a la cola. Se alimentan esencialmente de semillas y construyen nidos en forma de taza. Su plumaje es opaco; gris y pardo, sin dimorfismo sexual, sus características diagnósticas son el patrón de la cabeza que incluye partes rojizas, blancas y negras, así como el canto de los machos.
- ***Euscarthmus meloryphus***, Las aves de este género miden entre 10 y 11cm, pesa aproximadamente 7g. Habita en sectores con densa vegetación arbustiva o de masas bajas de enredaderas, en selvas abiertas en galería, bosques húmedos o semiáridos, selvas degradadas o secundarias. Se alimenta de pequeños insectos que encuentra entre las hojas o en ocasiones en el suelo (Avibase, 2012). Presenta corona tupida de color rufo brillante y un anillo ocular casi imperceptible color canela. Por encima es café con un parche rufo en la coronilla semiculto, sus alas son café oscuro con las puntas de las cobertoras rufas. Su rostro es café, la garganta y pecho blanco grisáceo, los lados del pecho y flancos de un tinte café y el resto de las partes inferiores blanco crema. Esta ave se distribuye en el norte y centro de América del Sur.
- ***Myiophobus fasciatus***, aves de pequeño tamaño. El adulto mide unos 12,7cm de longitud y pesa 10,5g aproximadamente. La cabeza y las partes superiores son de color marrón oscuro rojizo, y la corona tiene una cresta poco aparente de color amarillo, que queda erecta cuando los adultos están excitados. Posee dos barras alares de color ante pálido y las partes inferiores son de color blanquecino con sombras de color amarillo pálido en el vientre y con pinceladas oscuras en el pecho y los costados. El pico es de color negro en la parte superior y marrón en la inferior. Se alimenta de pequeños insectos y bayas.
- ***Sittasomus griseicapillus***, mide 15 cm de longitud y pesa 13 g. Se localiza a altitudes entre los 600 y 2300 msnm. La cabeza, la corona, la garganta y la parte superior del dorso son de color verde oliváceo; el centro de la parte inferior del dorso y la cola son de color castaño rojizo; el pecho y el vientre son grises. Volando, muestra

una faja amarillenta en las plumas de vuelo la cual cruza en medio de las plumas largas de las alas. El pico es delgado, pequeño y recto. Se alimentan de insectos y otros artrópodos, así como a sus larvas y huevos, sobre las cortezas y dentro de agujeros pequeños en el tronco.

- ***Saltator striatipectus*** esta ave se distribuye a través de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú y Venezuela. Su hábitat natural son los bosques húmedos, bosques montanos, bosques secos y matorrales. Mide aproximadamente 20cm y pesa de 34 a 44g. Presenta un iris café, pico negruzco y patas negras. Tiene la coronilla de color verde grisáceo el cual se torna más gris en la espalda y las cobertoras supracaudales. Su rabadilla también es verdosa y sus plumas de vuelo negruzcas con amplios bordes verde oliva en los márgenes externos. Se alimenta de frutos, flores, semillas e insecto.
- ***Sporophila peruviana***, esta ave se distribuye en el noroeste de América del Sur. La mayoría son atractivamente coloridos y siguen un patrón. Muchas de las hembras, no se pueden distinguir, la mayoría son marrón oliváceo a marrón por arriba, marrón apagado pálido por abajo, más amarillento en el medio del abdomen, se alimentan principalmente recolectando semillas de tallos de hierbas.
- ***Vireo olivaceus***, mide 14,5cm de longitud. Los vireos ojirrojos adultos son mayormente de color verde oliva en la parte superior con ancas blancas; tienen un iris rojo y una cresta gris con punta negra. Poseen una línea negra en los ojos y una línea blanca ancha justo por encima de la negra. Tienen patas gruesas de color azul grisáceo y pico oscuro. Se alimentan de insectos que obtiene entre los árboles, en especial las orugas y los áfidos. También comen frutos rojos.
- ***Turdus reevei***, es una especie originaria de Perú y Ecuador. Son de color negro, pardo dorado, rojizo o verdoso, que va aclarando hacia el vientre, con manchas o motas oscuras en pecho y flancos. Su musical canto aflautado, repetitivo y gorgojeante les delata. Habita bosques secos y montanos. La mayoría de ellos comen lombrices, caracoles y frutos.
- ***Heliomaster longirostris***, se encuentra desde Colombia hasta el sur y oriente de Bolivia. Mide entre 10,2 y 11,5 cm, pesa en promedio 6,8g. El pico negro y largo, mide 3,5 cm. Presenta frente y coronilla de color azul brillante a verde azulado resplandeciente, y dorso verde bronceado. Tiene una mancha postocular pequeña y

una lista malar ancha, ambas blancas. La barbilla es negruzca. y la garganta es de color púrpura metálico en estrella, más angosta y rojiza en la hembra. Se alimenta principalmente de néctar, pero además captura insectos en vuelo.

- ***Amazalia amazalia***, se encuentra en el occidente de Perú y Ecuador. Esta especie frecuenta áreas abiertas, arbustivas y áridas con bosques espinosos y hábitats desérticos. También se encuentran en pueblos, jardines y parques. El color de la garganta varía según la subespecie, pero tiene un tono de verde brillante. La cola es rufa y verde.
- ***Polioptila plumbea***, vive en Centro y Sudamérica. Presenta una gran variabilidad en su plumaje y cantos. Los adultos miden entre 10–12 cm de largo, y pesan entre 6–8 g. Es pequeño con el pico relativamente largo y estrecho, su cola es larga y a menudo la mantiene levantada; sus partes superiores son grises y las inferiores son blanquecinas. Las pluma rectrices centrales son negras, mientras que las exteriores son blancas.
- ***Camptostoma obsoletum***, mide entre 9,5 y 10 cm de longitud y pesa entre 7 y 9 g. La corona es de color oliva opaco, así como el resto de la región superior. Presenta un copete despelucado grisáceo. El pico es corto, negruzco en la parte superior y la punta y anaranjado en la base. La cola es fusca y tiene la punta angosta blancuzca. La garganta es blanca opaca.
- ***Lepidocolaptes souleyetii***, se encuentra desde Panamá hasta el norte de Perú, en una gran variedad de bosques hasta los 1000 msnm.
- ***Troglodytes aedon***, presenta un dorso pardo rojizo y ventral ocráceo uniforme; alas y cola castañas finamente barradas de negro. Habita en bosque húmedo y ecotonal, estepas arbustivas y matorral alto andino; además áreas suburbanas y urbanas. Son insectívoros.

1.4.3 Proceso de la Eritropoyesis en Aves

La sangre es un líquido viscoso, de coloración rojiza, ligeramente alcalino (pH 7,4) y que representa aproximadamente el 7% del peso corporal del animal. Este líquido circula por los vasos sanguíneos para transportar nutrientes hacia las células y sustancias de desecho hacia

los órganos excretores. (Johannes & Elke. 2007). La hemopoyesis es un proceso orgánico que se lleva a cabo, en los centros especializados para su producción denominados órganos hematopoyéticos. En vertebrados son bazo, ganglios linfáticos, timo y la médula ósea, por otro lado, en los embriones mamíferos, los eritrocitos provenientes del saco vitelino son nucleados. A nivel del tejido y del órgano son tres las principales fases de la eritropoyesis.

- Primera fase, ocurre extraembrionariamente en el saco vitelino, durante un breve periodo después del segundo mes, los sitios importantes de eritropoyesis se desplazan del saco vitelino a los órganos intraembrionarios.
- Segunda fase, constituye el periodo hepático durante el cual el hígado y el bazo son los órganos hemopoyéticos dominantes.
- Por último, la médula ósea se sobrepone al final del embarazo como el sitio definitivo de eritropoyesis (Johannes & Elke 2007).

CAPÍTULO II. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. Objetivo general

Establecer la frecuencia de micronúcleos presentes en eritrocitos de aves procedentes de bosque seco

2.2. Objetivos específicos

Para cumplir el objetivo general se proponen tres objetivos específicos que son:

- Determinar la frecuencia basal de micronúcleos en siete especies de aves procedentes de bosque seco.
- Determinar la frecuencia de micronúcleos de las especies *Amazalia amazalia* y *Polioptila plumbea*, provenientes de tres zonas con diferente grado de perturbación antropogénica.
- Identificar si las aves se podrían considerar como sensores de la calidad ambiental en las diferentes zonas de estudio.

CAPÍTULO III. MÉTODOS

3.1. Datos del Cantón Zapotillo

El cantón Zapotillo ubicado en la provincia de Loja, abarca un territorio total de 1210 km², del cual el 88% corresponde a diversos tipos de vegetación natural de bosque seco. Este cantón está sujeto a largos periodos de sequía que puede prologarse la gran parte del año por lo que la agricultura se realiza con regadío. Desde el 2015, es cantón forma para de la Reserva de Biosfera del Bosque Seco declarado por la UNESCO. Las primeras lluvias del invierno, transforman el color gris de la vegetación en una gran campiña verde que compagina con el amarillo intenso de la floración del guayacán. En esta zona, existe una variedad de especies de plantas y animales especialmente aves.

3.2. Población y muestra

El presente estudio fue de tipo observacional y descriptivo. Se trabajó con 180 placas de extendido sanguíneo de aves que corresponden a 180 individuos, procedentes de muestreos realizados en el cantón Zapotillo - Provincia de Loja durante el año 2015 (Ordoñez-Delgado et al., 2016).

3.3. Preparación y análisis de placas

Previo al análisis de las placas al microscopio óptico, primero se colocó a cada placa en xilol para retirar el aceite de inmersión (hasta por 24 horas) y luego se dejaron secar a temperatura ambiente.

Posterior a estas se colocaron en una solución de Giemsa unos 10 min. y se enjuagaron con agua destilada dejándolas secar a temperatura ambiente; esto para asegurar un teñido homogéneo de la placa. La lectura inició colocando cada placa al microscopio óptico y ubicando al lente de mayor aumento (100X). Se ubicaron campos donde se diferencien la individualidad de las células, es decir, de los eritrocitos nucleados. A continuación, se registró por cada campo 1000 eritrocitos y un total de 10000 células por placa. Para el reconocimiento de las alteraciones cromosomales (micronúcleos, binucleadas, notched, buds) al microscopio, se tomó como referencia lo presentado por Quero et al. (2016).

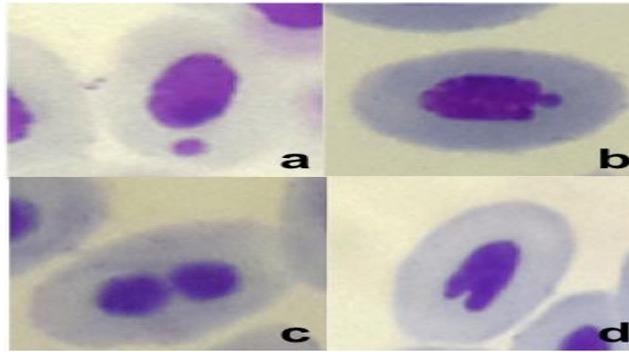


Figura 1. Alteraciones nucleares con tinción de Giemsa en eritrocitos de aves (a: micronúcleos, b: buds; c: células binucleadas, d: notched).

Fuente y elaboración: Modificado de Quero et al. 2016.

3.4. Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico se utilizó el programa GraphPad Prism V.5, los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Se calcularon frecuencias, medias y desviación estándar de los micronúcleos y de otras alteraciones analizadas (células binucleadas, buds, notched). Para evaluar la asociación entre la presencia de micronúcleos y distinto tipo de bosque se utilizó el T test desapareado y el test Kruskal-Wallis. El análisis de todas las especies analizadas con el tipo de bosque se realizó mediante un ANOVA unidireccional.

RESULTADOS

Se analizaron 180 individuos que correspondieron a 16 especies de aves: *Rhyuchispiza stolzmanni*, *Amazalia amazalia*, *Camptostoma obsoletum*, *Euscarthmus meloryphus*, *Heliomaster longirostris*, *Lepidocolaptes souleyetti*, *Leucippus baeri*, *Myiopagis subplacens*, *Myiophobus fasciatus*, *Polioptila plumbea*, *Saltator striatpectus*, *Sittasomus griseicapillus*, *Sporophila peruviana*, *Troglodytes aedon*, *Turdus reevei* y *Vireo olivaceus*. La frecuencia, así como el promedio de micronúcleos se muestra en la tabla 1, para las otras alteraciones como buds, células binucleadas y notched, revisar en anexos.

Tabla 1: Frecuencia de micronúcleos en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja.

Especie	No. de individuos	MN/1000	No. de individuos	MN/1000	No. de individuos	MN/1000
Tipo de Bosque	Denso		Semi-denso		Ralo	
Dendrocolaptidae						
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	10	0,5	3	1,33		
Emberizidae						
<i>Rhyuchispiza stolzmanni</i>	12	0,16				
Furnariidae						
<i>Lepidocolaptes souleyetti</i>			1	1		
Poliptilidae						
<i>Poliptila plumbea</i>	4	0,75	9	0,22	9	0,22
Thraupidae						
<i>Saltator striatpectus</i>	6	0,5	5	0,4		
<i>Sporophila peruviana</i>			2	1	1	1
Trochilidae						
<i>Amazalia amazalia</i>	12	0,33	25	0,24	3	0,10
<i>Heliomaster longirostris</i>			5	0,6	3	1
<i>Leucippus baeri</i>	11	0,45	1	1		
Troglodytidae						
<i>Troglodytes aedon</i>			1	1		
Turdidae						
<i>Turdus reevei</i>	1	1	3	0,66		
Tyrannidae						
<i>Camptostoma obsoletum</i>	2	0,00	5	0,83	5	0,04
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	8	0,37	2	1,5		
<i>Myiophobus fasciatus</i>	7	0,71	2	0,5		
<i>Myiopagis subplacens</i>	1	1				
Vireonidae						
<i>Vireo olivaceus</i>	6	0,66	14	0,64		

Fuente: muestreos realizados en el cantón Zapotillo

Elaboración: Bustamante Sinche Alexandra Nohemí

Los números de individuos analizados por especie no fue el mismo, razón por la cual se seleccionó algunas especies para realizar los análisis que relacionen la presencia de micronúcleos y el tipo de bosque, ver figura 1. Así mismo las otras alteraciones cromosómicas: buds, células binucleadas y notched; se analizaron en el mismo sentido y se presentan en anexos.

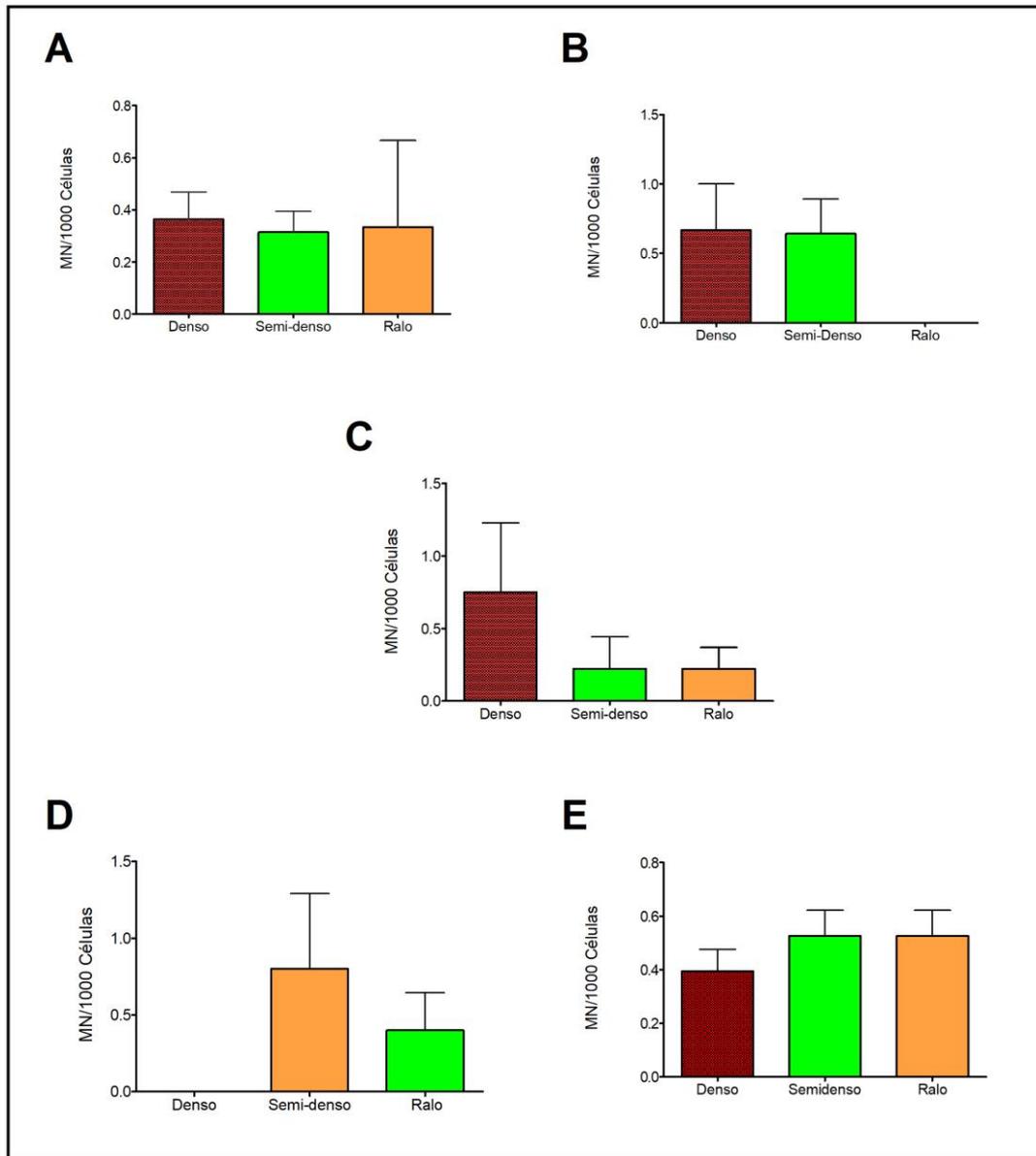


Figura 2. Relación entre la presencia de micronúcleos y tipo de bosque. **A,** *Amazilia amazilia*; **B,** *Vireo olivaceus*; **C,** *Polioptila plumbea*; **D,** *Campostoma obsoletum*; y, **E,** todas las especies.
Fuente y elaboración: Bustamante A., 2018

En la figura 2, en torno a la especie *Amazalia amazalia* se puede evidenciar que no existe una diferencia significativa entre los tipos de bosque denso y semidenso, de igual manera para el caso de *Polioptila plumbea* y *Vireo olivaceus*; a estos tres se aplicó un Test 4 desapareado. Para *Campostoma obsoletum*, se analizó con el test Kruskal-Wallis presentando una diferencia significativa al comparar el tipo semidenso y ralo ($p < 0.05$), más al comparar entre denso y semidenso o denso y ralo, no se estableció una diferencia significativa. En la Figura 2 E, que incluye a todos los individuos y especies, se analizó con un ANOVA unidireccional, resultando que no hay una diferencia significativa entre los grupos contrastados (tipo de bosque) y presencia de micronúcleos.

DISCUSION

En Ecuador los bosques secos no solo están representados por una gran diversidad de flora y fauna, sino que la mayoría de las especies son endémicas del sitio (Tirida & Vasquez, 2008). Hay unos escasos de conocimiento sobre la biodiversidad de fauna presente en los bosques secos de la región Tumbesina del Ecuador y debido a la alta amenaza de la intervención antrópica, es muy probable que las especies estén en grave peligro de extinción local (Tirida & Vásquez, 2008). Bajo este contexto, se deriva la importancia de prestar atención a estas formaciones boscosas para evitar pérdida de nuestra flora y fauna, para ello es necesario ampliar el conocimiento sobre la dinámica poblacional y la plasticidad de las especies biológicas del sitio, para establecer prioridades de conservación. Estimar o medir los cambios en las aves, puede servir para predecir pérdidas de diversidad asociadas a las distintas actividades humanas, y también para proponer medidas de mitigación, monitoreo o restauración ecológica en áreas modificadas (Perovic *et al.* 2008). La presencia de las aves está estrechamente relacionada con la condición del hábitat (Sosa 2002). Quizá ningún otro grupo animal tenga un potencial tan grande para seleccionar su hábitat como las aves, muchas especies resultan altamente sensibles a la perturbación, lo cual las convierte en un grupo indicador de alteración o cambios en los ecosistemas y de gran uso para el diseño de estrategias de conservación de ambientes en todo el mundo (González 2003, Sosa 2002)

La frecuencia de micronúcleos es un biomarcador de efecto, que puede reflejar la exposición temprana a un contaminante (Bly y col. 2004). Por tal motivo, los estudios realizados en poblaciones que habitan ambientes con distintos tipos de alteraciones (agrícolas y urbanas) son útiles para conocer la relación entre los organismos y su medio y, con ello, la salud del ambiente (Hoffman y col. 2003).

Flanagan, *et al.* (2005), manifiesta que las regiones de endemismo o áreas de aves endémicas son zonas donde se superponen en distribución, sin embargo, no todas compartirán exactamente los mismos requerimientos ecológicos. También se debe considerar el número de especies endémicas, número de especies amenazadas, grado de deforestación o alteración de los hábitats naturales, entre otras.

La ONU asegura que el bosque seco ecuatoriano posee una de las poblaciones de aves endémicas más grandes de Sudamérica, en el sector se registran 51 aves de rango restringido (MAE 2014), Su gran diversidad biológica alberga a más de 400 especies de aves (TNC 2014). En estudios realizados por Velásquez (2001), determinaron que las especies

dominantes son *Amazalia amazalia* y *Troglodytes musculus* del total de especies capturadas. Los bosques secos son ecosistemas frágiles, están ubicados en zonas relativamente pobladas, en la cual se desarrolla actividades productivas (Lozano P., 2002).

Los bosques secos han sido sobreexplotados y degradados por la extracción de madera, ampliación de frontera agrícola, incendios forestales, malas prácticas de pastoreo de ganado caprino y bovino (Mora, A. 2007).

Las principales amenazas de destrucción de hábitat tipo de formación vegetal son la extracción forestal y el sobrepastoreo. Según (Tirida & Vásquez, 2008), se consideran como bosques protectores áreas con formaciones vegetales tanto públicas como privadas, que por sus condiciones climáticas edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o ganadería. De este modo, la función de los bosques protectores es proteger y conservar el suelo, paisaje, flora y fauna silvestre del sitio.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación son las siguientes:

- Se determinó la frecuencia de micronúcleos en 16 especies de aves de bosque seco, encontrándose mayor porcentaje en los tipos denso y semidenso.
- Al comparar la frecuencia de micronúcleos de las especies *Amazilia amazilia* y *Polioptila plumbea*, con el tipo de bosque no se encontró una diferencia significativa entre los grupos analizados. Aunque si se desataca una mayor presencia en bosque de tipo denso.
- Hay evidencia que sostiene que las aves son buenos indicadores de la calidad ambiental, dado que ocupan diversos nichos ecológicos, su abundancia y relativa accesibilidad. Por tanto, si se los debería considerar como bioindicadores de este tipo.

RECOMEDACIONES

Las recomendaciones para el presente trabajo son:

- Desarrollar investigaciones similares con datos actualizados y en otros sectores del bosque seco para entender de mejor manera la presencia de estas alteraciones.
- Monitorear en el tiempo la presencia de alteraciones cromosómicas en este tipo de aves a fin de poder establecer si se presentan por la perturbación o no a la que son sometidas.
- Elaborar una base de datos en donde se correlacione información sobre su edad, sexo, peso, estado reproductor, muda y sobrevivencia y las alteraciones cromosómicas analizadas.

BIBLIOGRAFÍA

Abrevaya Ximena, 2008. Genotóxicos o xenobióticos. Agosto del 2008. Argentina Edit infomedica @intramed.net.

Aguirre Mendoza Zhofre & Aguirre Mendoza Nkolay., Muñoz Ch Johanna, Cueva & Chalan 2010. Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador

Aguirre Zhofre & Bentacourt Figueroa Ynocente, Pennington et al. 2000 Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador.

Albert Palacios Lilia América et al. 1997. Toxicología ambiental. Campus virtual de Salud pública. México. Pg,37-52.

Andrade, V., J. Silva, F. Silva, V.D. Heuser, F.F. Dias, M.L. Yoneama & T.R.O. Freitas. 2004. Fish as bioindicators to assess the effects of pollution in two southern Brazilian rivers using the comet assay and micronucleus test. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 44(5):459-68

Arévalo, J. E. & Newhard, K. (2011). Traffic noise affects forest bird species in a protected tropical forest. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 969-980

Avibase. 2012. *Euscarthmus meloryphus* Downloaded from <http://avibase.bsc-eoc.org/species.jsp?lang=EN&avibaseid=251CD82580957FC7> on 30/03/2012.

Bly y col. 2004 Caraffa Evangelina & Blonda clarisa .Determination of micronuclei frequency in erythrocytes of *Bufo arenarum* inhabiting urbanized environments *Ecología*.

Bonassi, S., & Au, W. W. (2002). Biomarkers in molecular epidemiology studies for health risk prediction. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 511(1), 73–86. [https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(02\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(02)00003-0)

Cristina & Trujillo, (2009).Efecto genotóxico y mutagénico de contaminantes atmosféricos

Dinerstein E., D.M.Olsen, D. J Graham, A.L.Webster, S.A.Primm, M.P.Book-binder y G.Ledec-1995.A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Iain America and he Caribbean.World Bank,WWF.Washington D.C.

Fraume Restrepo, Nestor Julio. Diccionario ambiental. Bogotá. Eco ediciones, 2007, 465 p

Fenech & Morley, (1986).Cytokinesis-block micronucleus method in human lymphocytes: effect of in vivo ageing and low dose X-irradiation .

Flanagan J., I. Franke y L. Salinas. 2005. Aves y endemismo en los bosques relictos de la vertiente occidental andina del norte del Perú y sur del Ecuador. Revista Peruana de Biología. Lima. Perú. 12: 239 - 248pp.

Genotoxic and mutagenic effect of atmospheric pollutant 28- 35-45.

Griffiths A, Miller J, Suzuki D, Lewontin R, Gelbart W. 2000. An introduction to genetic analysis. 7ª ed. USA: Freeman and company.

Guachalla, L & Ascarrunz, M.(2003). La Genética Toxicológica: Una ciencia en constante desarrollo 75-82. Artículo español.

Guidelines and Methods. Pharmacy & Pharmaceutical Science, 1(5), 1–6. <https://doi.org/10.19080/GJPPS.2017.02.555575>.

JF Mc Carthy & L.R Shugart, (1990).Biomarkers of environmental contamination. Volumen 13.Pag.57-149.ELSEIVER.

Lozano P. 2002. Los tipos de bosques en el sur del Ecuador. 21 p.

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). 2013. Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaria de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador. 235 p.

Mora, A. 2007. Normas para manejo forestal sustentable de bosque seco. Acuerdo Ministerial # 244. Quito, Ecuador. 27 p

Mudry & Carballo, 2006. Principios de genética toxicológica. (D.L.C Ed). Buenos aires argentina.

Parra E. Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. Rev CES Salud Pública 2014; 5(1): 59-69.

Perovic, P; Trucco, C Tálamo, A; Quiroga V; Ramallo, D, Lacci A, Baungardner A; Mohr (2008).Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad.

Pharmaceu Sci, G. J., Saks, M., Upreti, S., & Dang, R. (2017). Genotoxicity: Mechanisms, Testing

Quero, A. A. M., Ferré, D. M., Zarco, A., Cuervo, P. F., & Gorla, N. B. M. (2016). Erythrocyte micronucleus cytome assay of 17 wild bird species from the central Monte desert, Argentina. Environmental Science and Pollution Research, 23(24), 25224–25231. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7638-5>

Quero, A. A. M., Zarco, A., & Hynes, V. (2013). Micronúcleos y anomalías nucleares en aves silvestres como posibles bioindicadores de calidad ambiental, 57–58.

Sosa Gutiérrez Nery, (2002). Las aves, riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial

Tirira, D. (2008). Evaluación ecológica rápida de la mastofauna en los bosques secos de La Ceiba y de la Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. pp. 73-88. En: Vázquez, M.A., M. Larrea, L. Suárez y P. Ojeda (eds.). Biodiversidad en los bosques secos del suroccidente de la provincia de Laja: un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas y socioeconómicas rápidas. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco

Uhart, M., Diaz, L., & Lopez, J. (2011). Salud y conservación de aves silvestres. *Hornero*, 26(1), 1–4.

Zuluaga Quintero Monica & Ortiz., 2009. Efecto genotóxico y mutagénico de contaminantes atmosféricos. Docente investigador. Facultad de medicina. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín Colombia.

Zúñiga, Torres O, Ramírez MP, Ramos A, Fanti E, Portilla E, García D, Cantú JM, Gallegos MP, Sánchez J. (1996). Spontaneous micronuclei in peripheral blood erythrocytes from 35 mammalian species. *Mutat Res.* 369:123-127.

Zúñiga-González, G., Torres-Bugarín, O., Zamora-Perez, A., Gómez-Meda, B. C., Ramos Ibarra, M. L., Martínez-González, S., Gallegos-Arreola, M. P. (2001). Differences in the number of micronucleated erythrocytes among young and adult animals including humans - Spontaneous micronuclei in 43 species. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental* <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7638-5>.

ANEXOS

Tabla 2: Frecuencia de notched en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja.

Especie	No. de individuos	CNOCH/1000	No. de individuos	CNOCH /1000	No. de individuos	CNOCH /1000
Tipo de Bosque	Denso		Semi-denso		Ralo	
Dendrocolaptidae						
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	10	1,8	3	2		
Emberizidae						
<i>Rhyuchispiza stolzmanni</i>	12	2,83	25	2,32	3	1
Furnariidae						
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>			4	1		
Poliophtidae						
<i>Poliophtila plumbea</i>	4	0,5	9	2,11	9	3,11
Thraupidae						
<i>Saltator striatipectus</i>	6	2,16	5	4,6		
<i>Sporophila peruviana</i>	10	1,4	2	1	1	1
Trochilidae						
<i>Amazalia amazalia</i>	12	2,83	19	2,31	3	1
<i>Heliomaster longirotris</i>			5	2	3	1
<i>Leucippus baeri</i>	11	3,63	3	1		
Troglodytidae						
<i>Troglodytes aedon</i>			7	1		
Turdidae						
<i>Turdus reevei</i>	13	1	3	0,33		
Tyrannidae						
<i>Campostoma obsoletum</i>	2	1	5	7,4	5	1,8
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	8	3,25				
<i>Myiophobus fasciatus</i>	6	1,5	2	1		
<i>Myiopagis subplacens</i>	10	1				
Vireonidae						
<i>Vireo olivaceus</i>	6	4,5	14	3,57		

Fuente: muestreos realizados en el cantón Zapotillo

Elaboración: Bustamante Sinche Alexandra Nohemí

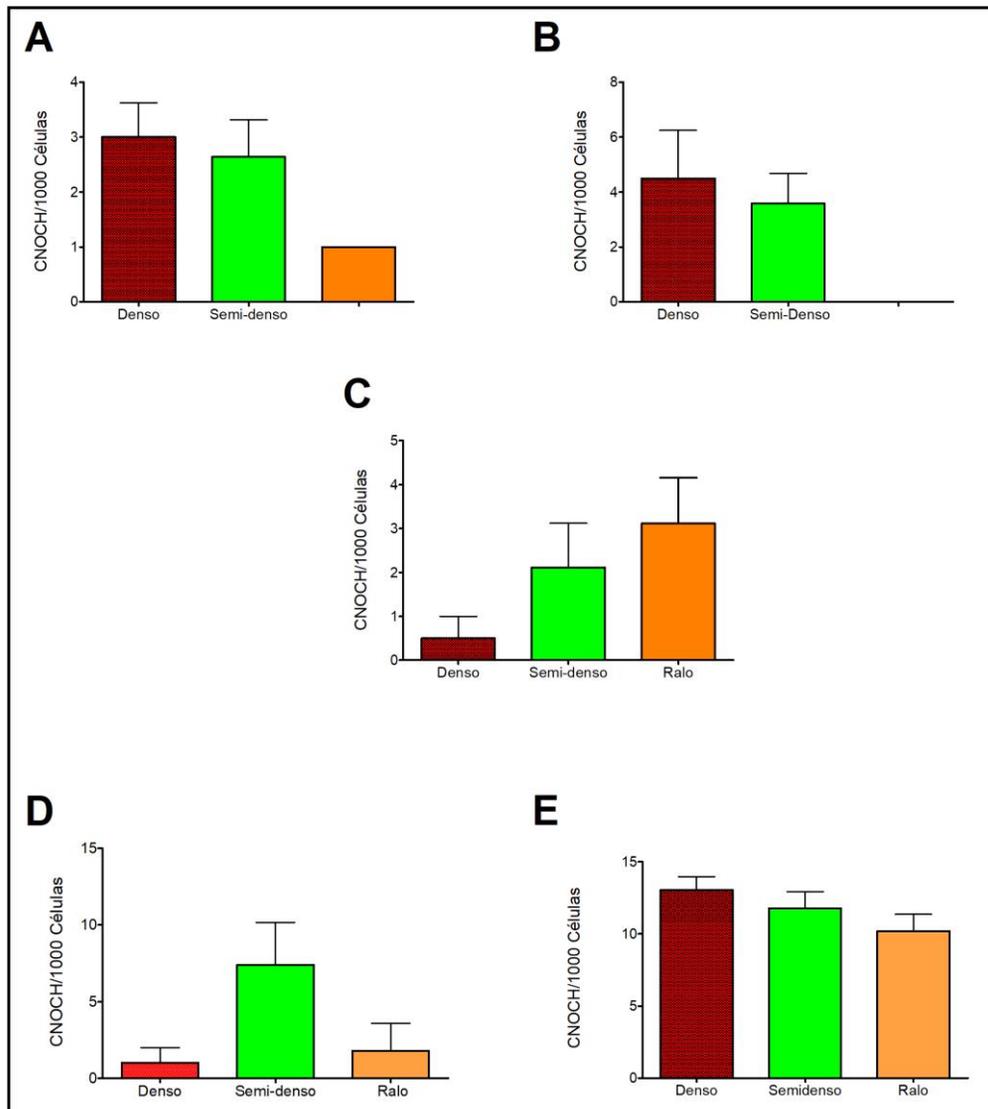


Figura 3. Relación entre la presencia de notched y tipo de bosque. **A**, *Amazilia amazilia*; **B**, *Vireo olivaceus*; **C**, *Polioptila plumbea*; **D**, *Campostoma obsoletum*; y **E**, todas las especies. **Fuente y elaboración:** Bustamante A., 2018

Tabla 3: Frecuencia de células binucleadas en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja.

Especie	No. de individuos	CBN/1000	No. de individuos	CBN/1000	No. de individuos	CBN/1000
Tipo de Bosque	Denso		Semi-denso		Ralo	
Dendrocolaptidae						
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	10	16,80	3	19,6		
Emberizidae						
<i>Rhyuchispiza stolzmanni</i>	12	9,91				
Furnariidae						
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>			10	1		
Poliophtidae						
<i>Poliophtila plumbea</i>	4	8,75	9	8,66	9	8
Thraupidae						
<i>Saltator striatipectus</i>	6	10,16	5	9,4		
<i>Sporophila peruviana</i>	10	22,2	2	10,5	22	1
Trochilidae						
<i>Amazalia amazalia</i>	12	9,83	26	15,80	3	12,6
<i>Heliomaster longirotris</i>			5	9,6	3	6
<i>Leucippus baeri</i>	11	4,81	13	1		
Troglodytidae						
<i>Troglodytes aedon</i>	9	1				
Turdidae						
<i>Turdus reevei</i>	10	1	3	11,3		
Tyrannidae						
<i>Campostoma obsoletum</i>	2	10	5	3	5	12,8
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	8	11,6	2	7,5		
<i>Myiophobus fasciatus</i>	6	14,6	2	19,5		
<i>Myiopagis subplacens</i>	12	1				
Vireonidae						
<i>Vireo olivaceus</i>	6	8,66	14	9,21		

Fuente: muestreos realizados en el cantón Zapotillo

Elaboración: Bustamante Sinche Alexandra Nohemí

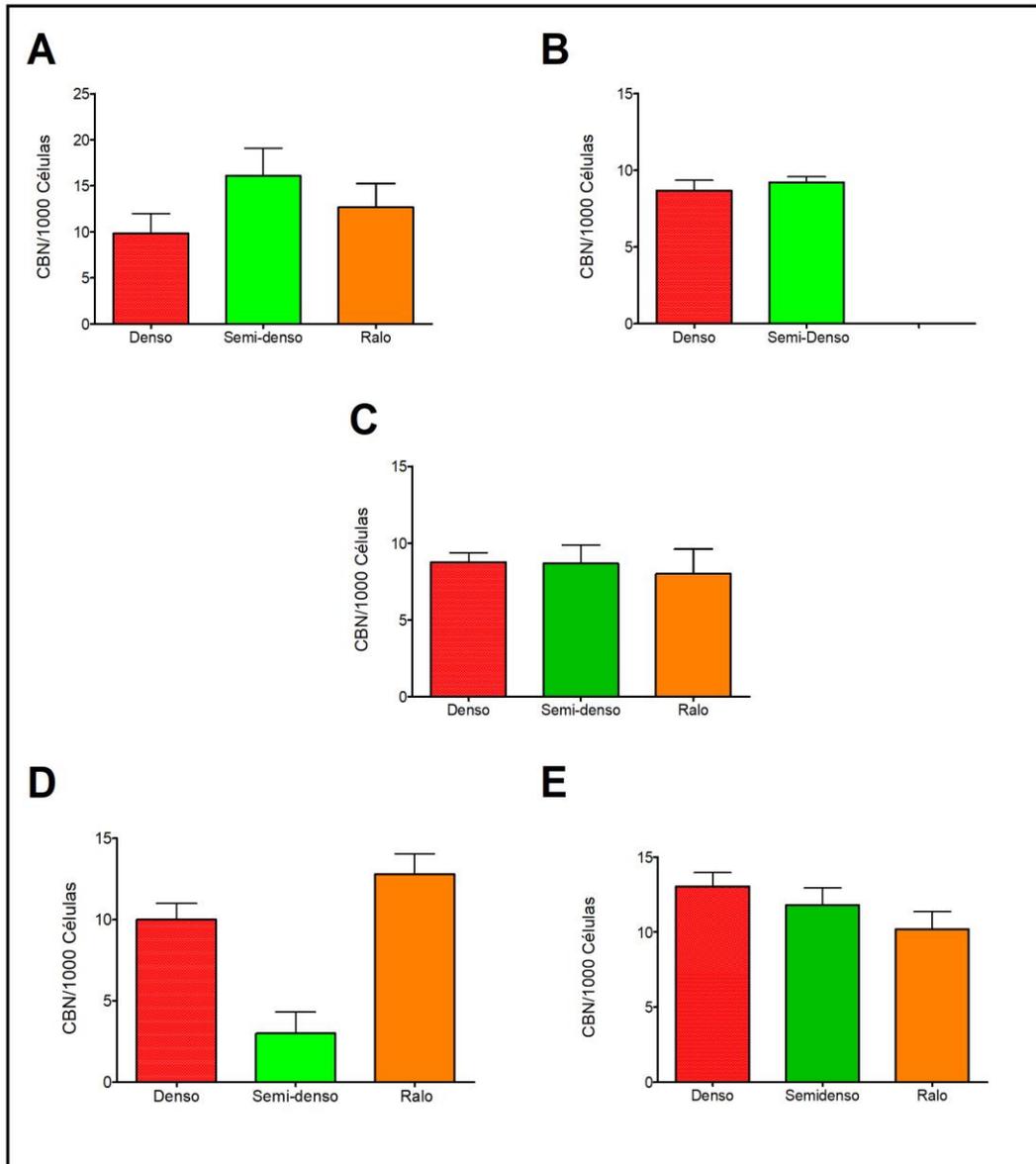


Figura 4. Relación entre la presencia de células binucleadas y tipo de bosque. **A,** *Amazalia amazalia*; **B,** *Vireo olivaceus*; **C,** *Polioptila plumbea*; **D,** *Campostoma obsoletum*; y **E,** todas las especies. **Fuente y elaboración:** Bustamante A., 2018

Tabla 4: Frecuencia de buds en aves de bosque seco del cantón Zapotillo – Provincia de Loja.

Especie	No. de individuos	NBUD/1000	No. de individuos	NBUD /1000	No. de individuos	NBUD /1000
Tipo de Bosque	Denso		Semi-denso		Ralo	
Dendrocolaptidae						
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	10	5,5	3	8,33		
Emberizidae						
<i>Rhyuchispiza stolzmanni</i>	13	8,53	3	9,6		
Furnariidae						
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>			3	1		
Poliopitidae						
<i>Poliopitila plumbea</i>	4	9,25	9	10,22	9	8,33
Thraupidae						
<i>Saltator striatipectus</i>	6	8,16	5	3,8		
<i>Sporophila peruviana</i>	10	7,4	2	3	6	1
Trochilidae						
<i>Amazalia amazalia</i>	12	8,58	25	8,76	3	14,66
<i>Heliomaster longirostris</i>			5	9,8	3	12,3
<i>Leucippus baeri</i>	11	8,7	12	1		
Troglodytidae						
<i>Troglodytes aedon</i>	1	1	3	9,66		
Turdidae						
<i>Turdus reevei</i>	1	1	3	9,6		
Tyrannidae						
<i>Campostoma obsoletum</i>	2	9	6	6,33	5	9,4
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	8	7,5	2	1		
<i>Myiophobus fasciatus</i>						
<i>Myiopagis subplacens</i>	6	10,33	2	10,5		
Vireonidae						
<i>Vireo olivaceus</i>	6	4	14	6,85		

Fuente: muestreos realizados en el cantón Zapotillo

Elaboración: Bustamante Sinche Alexandra Nohemí

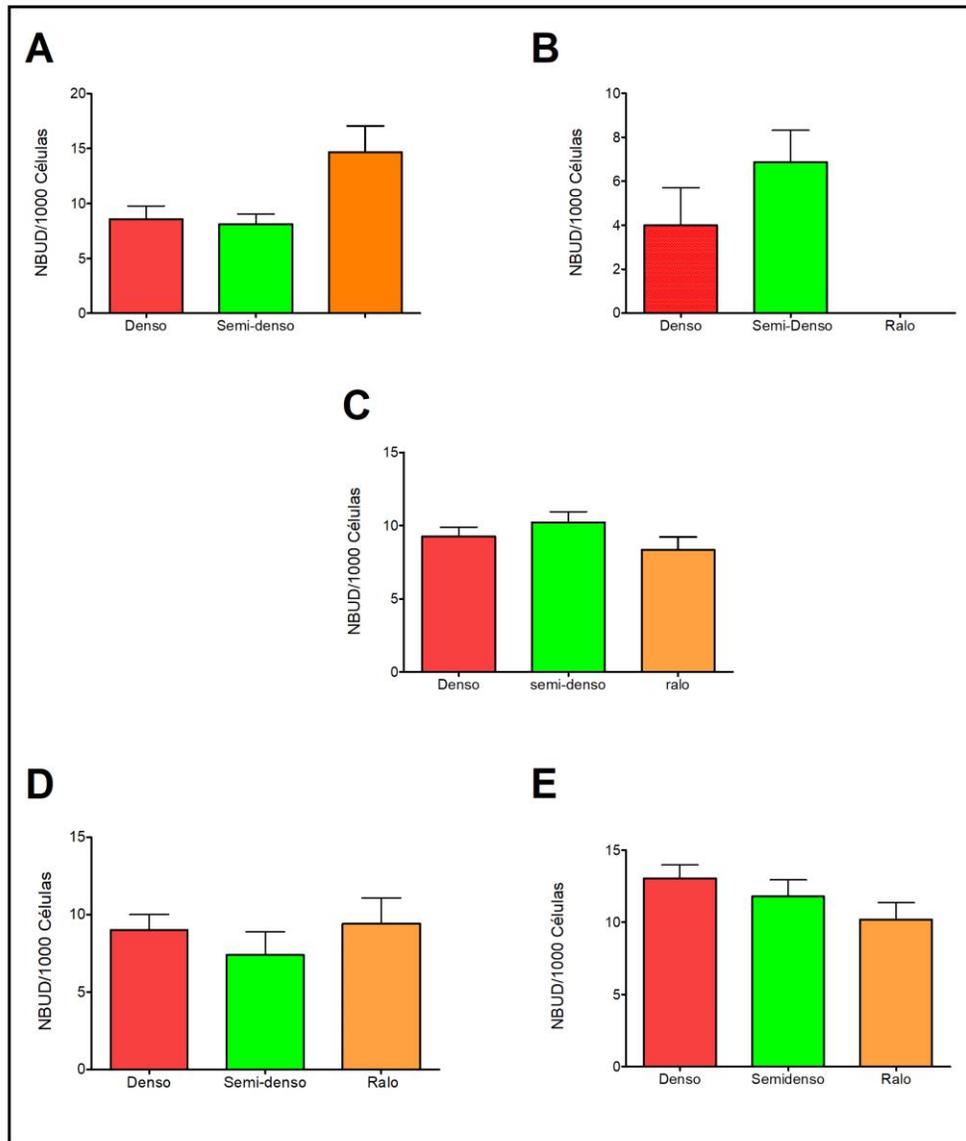


Figura 5. Relación entre la presencia de buds y tipo de bosque. **A**, *Amazalia amazalia*; **B**, *Vireo olivaceus*; **C**, *Polioptila plumbea*; **D**, *Campostoma obsoletum*; y **E**, todas las especies. **Fuente y elaboración:** Bustamante A., 2018