



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE SUCRE  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

METALES PESADOS EN GALLINAS PONEDORAS (*Gallus gallus domesticus* var.  
Rhode Island Red) EN LA LOCALIDAD DE EL RINCÓN, MUNICIPIO BENÍTEZ,  
ESTADO SUCRE, VENEZUELA  
(Modalidad: Tesis de Grado)

DAYANY JOSÉ DONA CORTEZ

TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2018

METALES PESADOS EN GALLINAS PONEDORAS (*Gallus gallus domesticus* var.  
Rhode Island Red) EN LA LOCALIDAD DE EL RINCÓN, MUNICIPIO BENÍTEZ,  
ESTADO SUCRE, VENEZUELA

APROBADO POR:



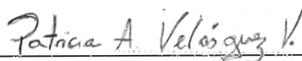
---

Prof. Jorge R. Muñoz G.  
Asesor



---

Prof. Gedio E. Marín  
Coasesor



---

Jurado



---

Jurado

## INDICE

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
LISTA DE TABLAS .....	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN .....	V
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	7
Área de estudio.....	7
De campo .....	7
De laboratorio.....	7
Preparación de las muestras.....	7
Determinación de los elementos mediante espectrometría de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES).....	8
Análisis Estadísticos.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	9
Metales pesados en sangre y plumas de <i>Gallus gallus domesticus</i> (var. Rhode Island red). .....	9
Contenido de Zinc en sangre y plumas .....	10
Contenido de cobre en sangre y plumas.....	13
Contenido de cromo en sangre y plumas. ....	14
Análisis de correlación.....	17
CONCLUSIONES.....	20
RECOMENDACIONES.....	21
BIBLIOGRAFIA .....	22
APENDICES .....	27

## **DEDICATORIA**

Este logro se lo dedico a mi madre, quien es mi ejemplo a seguir en la vida. Quien después de tantos años de esfuerzos y sacrificios podrá mirar como he alcanzado una más de mis metas. Quien vive junto a mí las alegrías de este triunfo que es tan mío como de ella.

Mi hermana, Yanys Cortez, por brindarme su apoyo en todo lo que he necesitado, convirtiéndose en mi segunda madre y una amiga incondicional.

Mis sobrinos, para que este logro les sirva como ejemplo de vida y superación.

Mis queridos Alberth, Reneé y Eduard, por ofrecerme sus consejos y apoyo incondicional.

Mi amiga Julimar Malavé, por ser la primera persona que me ofreció su casa, amistad y consejos cuando apenas empezaba a caminar este largo camino, lejos de mi hogar y familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios y San Judas Tadeo, por darme la fuerza necesaria para superar las dificultades que se me presentaron a lo largo del camino que recorrí para llegar hasta aquí.

Mi asesor, Prof. Jorge Muñoz, por su paciencia, consejos y dedicación que me guiaron hasta la culminación de este trabajo.

Mi coasesor, Prof. Gedio Marín, por su valioso tiempo, así como las oportunas orientaciones durante el desarrollo del trabajo.

El técnico José Prin, por su oportuna colaboración en la lectura de las muestras.

Mi amiga Saidelis González por siempre estar para mí en las buenas y malas, siempre serás mi compañera de batallas.

Luisana Rojas por tenerme tanta paciencia y ofrecerme sus más sinceras opiniones en tantas noches de desvelo durante la realización de este trabajo. La familia García Castro por abrirme las puertas de su hogar. A todos muchas gracias.

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Contenido de metales pesados en sangre ( $\mu\text{g/g}$ ) y plumas ( $\mu\text{g/g}$ ) de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. .... 9
- Tabla 2. Regresión lineal simple de la relación entre el peso de los ejemplares con respecto a las concentraciones de los distintos metales pesados en plumas de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la población de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. .... 17
- Tabla 3. Regresión lineal simple de la relación entre el peso de los individuos con respecto a las concentraciones de los distintos metales pesados en sangre de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la población de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. .... 17

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Porcentaje aproximado de las concentraciones de metales pesados (Zn, Cu, Cr, Cd y Pb) en sangre y plumas de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. .... 10
- Figura 2. Contenido de Zinc en plumas y sangre de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red, en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. .... 10
- Figura 3. Concentración de Cu  $\mu\text{g/g}$  en muestras de plumas y sangre de *Gallus gallus domesticus* (Var. Rhode Island Red, en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. .... 13
- Figura 4. Concentración de Cr  $\mu\text{g/g}$  en muestras de plumas y sangre de *Gallus gallus domesticus* (Var. Rhode Island red, en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. .... 15

## RESUMEN

Se determinaron las concentraciones de los metales plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), cobre (Cu) y cromo (Cr) en muestras de sangre y plumas de gallinas ponedoras *Gallus gallus domesticus* (var. "Rhode Island Red") en la localidad de el rincón, municipio Benítez, estado sucre, Venezuela. Para ello se capturaron un total de 16 individuos durante el mes de septiembre de 2016. Se extrajeron 1,5 ml de sangre de la vena radial (dejándose coagular), plumas de la cola y del ala. Las muestras fueron pesadas y luego digeridas con 8 ml de  $\text{NH}_3$  y 2 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y luego se determinaron los metales Pb, Cd, Zn, Cu y Cr mediante un espectrofotómetro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES). Se observó que la mayor concentración promedio de metales pesados en plumas fue de Zn, seguido de Cu y Cr (1,759; 0,094 y 0,009  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente); de manera similar en sangre se observó la misma tendencia, donde Zn obtuvo los mayores niveles (0,050  $\mu\text{g/g}$ ); sin embargo, este tejido presentó niveles más bajos en comparación con las plumas). (zinc: 0,050; cobre: 0,008 y cadmio: 0,002  $\mu\text{g/g}$ ) los metales pesados Pb y Cd no fueron detectables en ninguna de las muestras analizadas tanto en sangre como en plumas, sugiriendo que los organismos utilizados aparentemente para este estudio no están afectados por metales pesados relacionados directamente con factores de contaminación. No obstante, pueden verse afectados por la biodisponibilidad de otros metales que son considerados como esenciales, ya que influyen directamente en el desarrollo de estas aves de corral. Las concentraciones de los metales encontrados esta investigación en sangre y plumas no sobrepasaron los límites permitidos por las leyes venezolanas, lo cual es indicativo que probablemente la localidad de El Rincón no se encuentra impactada por tales metales.

Palabras claves: Metales pesados, gallinas Ponedoras, sangre, plumas, *Gallus gallus domesticus*.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es considerada una problemática de salud pública importante y creciente, debido a sus efectos nocivos para los ecosistemas y los organismos que los habitan, tanto humanos como animales y plantas (Parra, 2014). Entre los componentes de la contaminación ambiental se encuentran los metales pesados (MP); elementos que se caracterizan por presentar propiedades metálicas como ductibilidad, conductividad, densidad, estabilidad como catión y especificidad a ligandos (Garbisu, 2003).

Los MP están presentes en el ambiente a través del ciclo geológico, sin embargo, se considera que desde la revolución industrial los impactos antropogénicos han liberado al ambiente muchos MP peligrosos que son desechos contaminantes muy tóxicos; las actividades asociadas principalmente con procesos de manufactura, disposición de aguas residuales domésticas e industriales y aplicación de fertilizantes fosforados son las principales fuentes de metales en los ecosistemas (Wu *et al.* 2010; Bolan *et al.* 2014).

Los MP pueden generar contaminación y amenazas a ecosistemas y organismos, debido a que bajas dosis son capaces de activar un mecanismo de defensa homeostático a nivel celular, pero cuando las dosis de exposición aumentan por encima de un determinado umbral, pueden causar daño celular (García-Fernández *et al.*, 2002). Además, los MP tienen gran relevancia como contaminantes debido a su persistencia en el ambiente y su capacidad de concentrarse activamente en los organismos (Altindag y Yigit, 2005). Esto conduce a que la mayoría de todos los organismos existentes en un ecosistema sufran efectos negativos incluso aquellos que habitan en niveles organizacionales superiores, tales como mamíferos, peces, aves en estos últimos la presencia de MP pueden tener consecuencias como: inhibición del crecimiento, acumulación de metales en los órganos internos, tamaño reducido de la nidada de las aves y reducción del éxito reproductivo, que en última instancia amenaza a la vida silvestre (eeva *et al.* 2009).

Algunos de los elementos químicos clasificados dentro de los MP, incluyen: cadmio (Cd), zinc (Zn), cobre (Cu), cromo (Cr) y plomo (Pb). MP presentan diferentes

características fisicoquímicas y biológicas, además de encontrarse formando complejos como iones libres o participando en reacciones redox que resultan potencialmente tóxicas para los organismos (Ortiz-Santaliestra *et al.* 2015). Los efectos de los MP pueden ser de carácter agudo o crónico. En el primero de ellos se produce una respuesta rápida y se produce frente a la exposición de una sustancia tóxica en elevadas concentraciones y en un breve tiempo; en tanto que en el segundo tipo, las respuestas son más sutiles y son el resultado de la exposición a sustancias tóxicas en bajas concentraciones durante un tiempo prolongado (Mariam *et al.* 2004).

El Pb ha sido conocido por el hombre por más de 7000 años, y su peligrosidad ha sido reconocida hace menos de 2500 años; siendo uno de los metales más tóxicos y estudiados por la química ambiental (Eisler, 2000). Este metal produce fundamentalmente en las aves efectos adversos en el aparato circulatorio, sistema nervioso, riñón y aparato digestivo, aunque otras funciones, como la inmune o la reproducción, también pueden verse alteradas (Rodríguez *et al.* 2010). El Cd es un metal muy raro que generalmente se encuentra en concentraciones pequeñas en minerales de Zn y además puede ser comercialmente obtenido como un bioproducto industrial de la producción de Zn, Cu y Pb; su bioacumulación en las aves puede ser relacionada directamente con problemas de reducción de peso corporal, tasa de crecimiento y éxito reproductivo; además la exposición crónica a este metal puede producir efectos negativos en el comportamiento de las aves, afectar al sistema inmune y otros sistemas fisiológicos como los sistemas endocrino y reproductivo debido a su capacidad de producir genotoxicidad (Baos *et al.* 2006)

El Zn, Cu y el Cr son elementos esenciales en el metabolismo de las aves; sin embargo, su exceso puede producir alteraciones en estos organismos (Jakimska *et al.* 2011). En el caso del Zn, cuando se encuentra en cantidades altamente elevadas puede llegar a causar efectos negativos en la función del páncreas y la molleja de las aves; sin embargo, es usado en la agricultura como fungicida y como agente protector en suelos con deficiencias de este metal. El Cu es abundante en el medio ambiente y esencial para el crecimiento y metabolismo de todos los organismos vivos, jugando un papel

fundamental en la coloración de las aves, no obstante se ha demostrado que el exceso del mismo tiene efectos adversos en la reproducción, la bioquímica, la fisiología y el comportamiento de estos organismos (Khayatzadeh y Abbasi, 2010). Por su parte, el Cr es utilizado en fertilizantes y puede ser una fuente principal de contaminación en suelos, agua y algunos alimentos; su exposición en altos niveles puede ser perjudicial para las aves y cualquier forma de vida (Eisler, 2000).

Muchos de estos MP se vierten en el medio ambiente afectando de forma perjudicial a diversos ecosistemas que actúan como receptores temporales o finales de estos contaminantes, en donde los organismos expuestos pueden incorporarlos a través de la vía respiratoria por inhalación, por ingestión de alimentos y agua contaminada, a través de mucosas, entre otros (Eisler, 2000). Generalmente, la toxicidad de los MP es proporcional a la facilidad con que son absorbidos por los seres vivos. Uno de los factores que determina su peligrosidad es que, aun cuando se encuentren presentes en cantidades bajas e indetectables, se pueden bioacumular en los seres vivos (Naccari *et al.* 2010).

La bioacumulación de MP genera un problema ecológico importante; una vez que estos compuestos entran en la cadena trófica, se produce un proceso conocido como biomagnificación, provocando que en los niveles superiores de la misma, la concentración de MP pueda llegar a ser tan elevada que empiece a ser tóxica, mientras que en el ambiente más próximo no existe un problema de contaminación por MP (Malik, 2009); por esta razón, se hace esencialmente importante reconocer la relación de metales esenciales y no esenciales o tóxicos, ya que los esenciales como el Cu son utilizados por el organismo de las aves para procesos como el desarrollo del huevo y la formación de las plumas; mientras que los no esenciales como el Cd están ligados completamente a la contaminación (Graganiello *et al.* 2001; Dauwe *et al.* 2002; Swaileh y Sansur, 2006).

En ecotoxicología es fundamental la biomonitorización del medio, ya que esta permite obtener información de las relaciones que se llevan a cabo entre las condiciones ambientales y el mundo vivo, facilitando hacer comparaciones de los distintos estados de

los ecosistemas, lo que en definitiva permite evaluar los posibles cambios futuros que puedan significar efectos o alteraciones al conjunto del medio ambiente (Atkinson *et al.* 2006). Los programas de biomonitorización están basados en el uso de bioindicadores, organismos que por poseer características ecológicas especiales tienen la capacidad de acumular contaminantes a niveles trazas, que sirven de evidencia de la existencia de éstos antes de que dicha monitorización se realice directamente sobre muestras abióticas, como suelos o aguas (Borker *et al.* 2013).

Las aves han sido consideradas desde hace mucho tiempo como bioindicadoras en estudios ecotoxicológicos debido a que este grupo biológico son componentes importantes de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y se ha demostrado en los últimos años una marcada tendencia a la acumulación de contaminantes ambientales en diversas partes como huevos y plumas, además de tejidos como sangre, músculo, hígado, entre otros, lo que permite indirectamente evaluar la presencia de elementos inorgánicos que se encuentran en un ecosistema particularmente estudiado (diamond y devlin, 2003). en este sentido, estudios de este tipo en aves son cruciales para poder documentar los cambios ambientales cualicuantitativos producidos por contaminantes, generados tanto por causas naturales como antrópicas (Pirela y Casler, 2005).

El uso potencial de aves como bioindicadoras ha sido reconocido desde 1960, como resultado de la creciente evidencia de que las poblaciones de aves son particularmente sensibles a la acción del hombre sobre el medio ambiente (Denneman y Douben, 1993). a pesar que estos animales están entre los organismos más utilizados en los estudios de control biológico debido a su posición en la cima de la cadena alimentaria y su distribución espacial, normalmente son especies protegidas, razón por la cual hay una necesidad de utilizar técnicas no invasivas para determinar contaminantes en sus tejidos, como por ejemplo, a través de la obtención de muestras de sangre y plumas, las cuales nos brindan información sobre la frecuencia de la exposición, la estacionalidad y los alimentos asociados con la exposición a MP (Mateo *et al.* 1999; Nam y Lee, 2006; Frantz *et al.* 2012).

La utilización de las plumas de las aves en la determinación de las concentraciones de MP presenta una serie de problemas que pueden ser ocasionados por la posible contaminación externa, por deposición atmosférica y/o por la secreción de las glándulas que se encuentran presentes en la piel (Goede y Bruin, 1984; Goede y de Voogt, 1985; Fasola y Ruiz, 1996; Borghesi *et al.* 2016). Sin embargo, estos estudios pueden ofrecer información tanto del grado de exposición como de la distribución interna de los metales, puesto que generalmente, se realiza un lavado con la finalidad de eliminar los metales de la superficie de las plumas. La sangre es un tejido que la mayoría de las veces puede ser elegido para estudios no destructivos, ya que se obtiene fácilmente y permite medir una amplia gama de marcadores biológicos y contaminantes.

Las gallinas de la variedad Rhode Island Red forman parte importante de la avicultura como ponedoras de huevos a nivel mundial; esta variedad se caracteriza por su rusticidad y adaptabilidad a diferentes medios de cría, así como su buena reproducción a lo largo del año. Tiene su origen en el condado de Rhode Island, al norte de Massachusetts (EUA), y es el resultado de cruces entre la variedad Malaya Rosa de Pelen y la Shangai de color rojizo, habiendo intervenido en forma secundaria las variedades Leghorn Parda, Wyandotte, Cornish y Brama (Sauveur y Reviers, 1992). Las aves Rhode Island Red presentan el cuerpo más rectangular, largo, ancho y alto, siendo popular entre las gallinas pesadas, como productoras de carne y excelentes ponedoras de huevos (Castellanos, 1982).

En Venezuela existen estudios ecotoxicológicos utilizando aves acuáticas provenientes de ambientes naturales como bioindicadoras; sin embargo, la mayoría de estos estudios utilizaron aves acuáticas, entre estos, los realizados por Pirela y Casler (2005), quienes hicieron evaluaciones de las concentraciones de Hg en diferentes aves residentes: la cotúa, *Phalacrocorax brasilianus* (Phalacrocoracidae), el turillo, *Charadrius collaris* (Scolopacidae) y el guanaguanare *Leucophaeus atricilla* (Laridae), encontrando concentraciones de dicho metal por encima de los niveles permitidos para el ser humano.

Vera *et al.* (2016) realizaron un estudio en el complejo lagunar Chacopata-Bocaripo, península de Araya, estado Sucre, Venezuela, donde se analizaron MP en hígado, riñón,

corazón, cerebro, pulmón y musculo del alcatraz (*Pelecanus occidentalis*) demostrando que los niveles de cadmio (Cd), zinc (Zn) y cromo (Cr) estaban por debajo de los considerados no aptos para el ser humano, por lo que se llegó a la conclusión de que este ecosistema a pesar de la gran actividad antrópica, no se encuentra impactado de manera significativa por estos metales.

Las aves de corral debido a su importancia comercial se han utilizado en muchos estudios a nivel mundial y en unos pocos a nivel nacional como el desarrollado por García (2013) la cual realizó un estudio en *Gallus gallus domesticus* (Phasianidae) donde se estudiaron las concentraciones de cadmio(Cd), níquel (Ni), cobre (Cu), plomo (Pb), cromo (Cr) y zinc (Zn) en suelo y tejido sanguíneo de esta ave de corral demostrando que los niveles de estos metales no eran tan elevados como para provocar efectos tóxicos). en nuestro país no se ha reportado ningún estudio ecotoxicológicos en gallinas ponedoras rhode island red, un ave criada comúnmente en todas las zonas agrícolas del país, por lo que puede ser biomonitora para MP. Por tal motivo, y en vista de que es una especie de consumo humano y a la falta de estudios realizados en el país sobre la determinación de MP en aves de corral, se propuso evaluar de manera no invasiva la presencia y concentraciones de plomo (Pb), cobre (Cu), cadmio (Cd), cromo (Cr) y zinc (Zn) en estas gallinas, provenientes de la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre. Venezuela.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El estudio se realizó en la población de El Rincón, ubicada en la carretera nacional entre las ciudades de Carúpano-El Pilar, municipio Benítez, estado Sucre. El clima de la región se caracteriza por ser húmedo y cálido, con un nivel térmico promedio de 27 °C, con una estación lluviosa de mayo a diciembre, con una media anual que va hasta los 1.500 mm<sup>3</sup>. El Rincón está enclavado en un sector montano bajo, caracterizado por un bosque siempre verde, fragmentado por terrenos cultivados (cacao, tubérculos y frutales) y sabanas de pendiente (Gómez, 1982).

### De campo

Se realizó un muestreo único debido a que las gallinas que se utilizaron son criadas con fines comerciales y se debía evitar provocarles algún tipo de afectación que evitara su posterior comercio, por tal motivo se seleccionaron 16 gallinas ponedoras *G. g. domesticus* var. Rhode Island Red, conocidas comúnmente como “gallinas rojas” en edad de reproducción (mayores de 6 meses), obtenidas de la granja Miera. Una vez seleccionadas las aves, las cuales fueron elegidas a criterio de los encargados de la granja, se procedió a pesarlas en una balanza Salter de 10 Kg de capacidad (50 gr de apreciación), para luego extraerles 1,5 mL de sangre de la vena radial (alar) con jeringas de 3 mL dejándose coagular; por otra parte, se tomaron cuatro plumas de la cola y de las alas, las cuales fueron colocadas en bolsas plásticas herméticamente cerradas y previamente rotuladas. Tanto la sangre como las plumas se mantuvieron refrigeradas a 4 °C hasta su posterior procesamiento.

### De laboratorio

#### Preparación de las muestras

Las muestras de plumas y sangre fueron tratadas de acuerdo al procedimiento descrito por Li *et al.* (1994), ligeramente modificado, que consistió en mezclar 0,5 mL de sangre con un 8 mL de HNO<sub>3</sub> y dejar reposar por 48 horas. A continuación, se agregaron 2 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, se centrifugaron por 10 min a 4400 rpm, y se calentaron hasta 80 °C en una

plancha de calentamiento por 90 min en recipientes cerrados. Una vez a temperatura ambiente, las muestras se filtraron y se colocaron en tubos de centrífuga de 15 mL.

### **Determinación de los elementos mediante espectrometría de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES).**

Se determinaron las concentraciones de metales en la solución obtenida, mediante un espectrometro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES), marca Perkin-Elmer, modelo Optima 5300 D. Para ello se procedió a realizar la calibración y optimización de la parte interna del equipo, la cual consistió en analizar un patrón de Mn, cuya concentración fue de  $1 \text{ mg l}^{-1}$ , a la longitud de onda de 257,610 nm, para una correlación entre la alineación electrónica y la alta intensidad, expresado en cuenta por segundo (cps) en función de la concentración de Mn, tanto para la vista axial como para la radial.

Las medidas de las concentraciones de los elementos en estudio se llevaron a cabo empleando una curva de calibración con 5 puntos (incluyendo al blanco). Se emplearon tres líneas de emisión por cada elemento. Cabe resaltar que para todos los elementos químicos se escogió la línea que presentó menor interferencia espectral y menor desviación estándar relativa ( $\leq 15\%$ ) de las medidas obtenidas, de acuerdo al criterio de selección para el ICP-OES. La curva de calibración se preparó con patrones multielementales certificados.

Las longitudes de onda que se tomaron de acuerdo al criterio planteado para los iones medidos, basado en la mayor intensidad y la menor desviación estándar relativa (% DSR), éstas fueron: Cd: 228,802; Cu: 327,501; Zn: 334,501; Pb: 220,353; Cr: 267,716.

### **Análisis Estadísticos**

Debido a que no se cumplieron los supuestos para realizar el análisis de varianza (ANOVA), se llevó a cabo la prueba no paramétrica de kruskal-wallis, haciendo uso del programa STATGRAPHICS PLUS 5.0. Los datos fueron representados mediante gráficos de cajas y bigotes (Boyer *et al.* 1997). La relación entre el peso de los ejemplares con respecto a las concentraciones de los distintos MP se estimó a través de una regresión lineal simple.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Metales pesados en sangre y plumas de las gallinas ponedoras *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island red).

En la Tabla 1, se puede evidenciar que las concentraciones más altas de metales se obtuvieron en las plumas en comparación con la sangre.

Tabla 1. Contenido de metales pesados en sangre ( $\mu\text{g/g}$ ) y plumas ( $\mu\text{g/g}$ ) de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela.

Sangre	Pb	Cd	Zn	Cu	Cr
Media	0	0	0,050	0,008	0,002
DE	0	0	0,016	0,004	0,001
Min- Max	ND	ND	0,029-0,084	0,003-0,017	0,001-0,003
Plumas	Pb	Cd	Zn	Cu	Cr
Media	0	0	1,759	0,094	0,009
DE	0	0	0,522	0,021	0,015
Min- Max	ND	ND	0,698-2,638	0,063-0,163	0,001-0,043

ND: no detectable

En la determinación de los niveles de metales determinados en la sangre y plumas del ave del corral se puede observar que las concentraciones de los metales estudiados en estos dos tipos de muestras siguieron el mismo patrón de distribución:  $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Cr}$ , mientras que los metales Pb y Cd no fueron detectados en ninguna de las muestras (Figura 1).

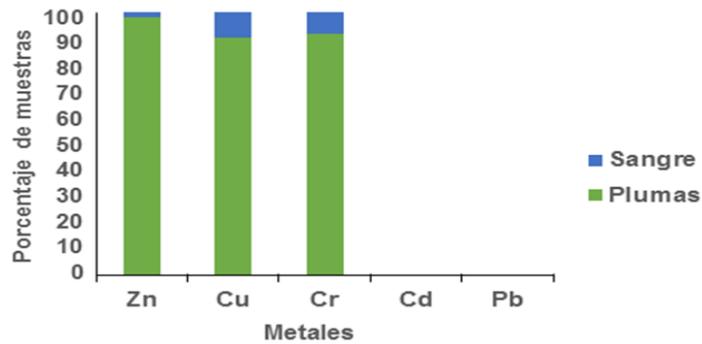


Figura 1. Porcentaje aproximado de las concentraciones de metales pesados (Zn, Cu, Cr, Cd y Pb) en sangre y plumas de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela.

### Contenido de Zinc en sangre y plumas

Los valores de Zn fueron los que presentaron los niveles de concentración más altos en esta investigación. La concentración promedio de valores de Zn en plumas fue más alta ( $1,759 \pm 0,522 \mu\text{g/g}$ ) en comparación con la sangre ( $0,050 \pm 0,016 \mu\text{g/g}$ ). Al realizar las comparaciones de ambos tejidos se evidenció la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $KW = 23,2941^{**}$ ,  $p < 0,05$ ) (Figura 2).

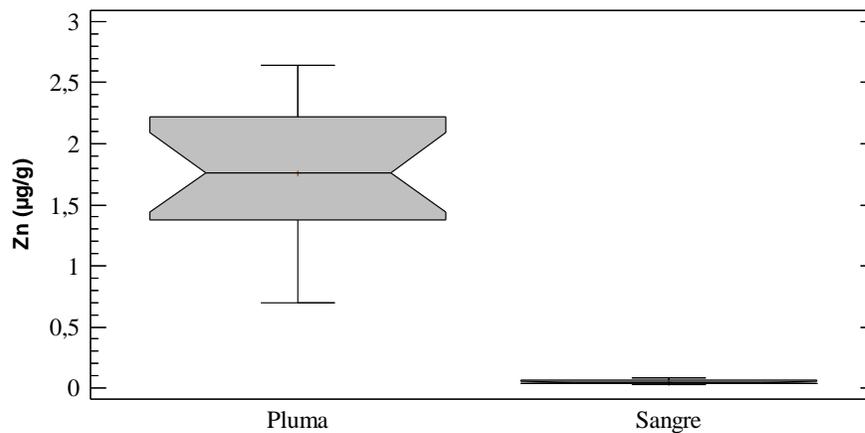


Figura 2. Contenido de Zinc en plumas y sangre de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red, en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela.

Al tratarse de un elemento esencial para muchos procesos metabólicos y de regulación hormonal se afirma que la mayoría de los animales incluyendo las aves domésticas

cumplen con el proceso de regulación de este metal durante su dieta, lo que significa que la mayoría de las veces los niveles de concentración de dicho elemento son elevados y su almacenamiento en los organismos no se considera desde el punto de vista toxicológico, sin embargo existen investigadores como Carperter *et al.* 2004 que aseguran que este metal puede llegar a ser tóxico en algunas aves cuando se presenta en concentraciones elevadas que superan los 500 mg/kg provocando en los organismos efectos negativos como anorexia, reducción del crecimiento y de la producción de huevo, además de lesiones en la molleja y páncreas (Calnek, 2000).

Numerosos experimentos se han realizado durante los últimos 40 años para estimar la biodisponibilidad de Zn en fuentes suplementarias e ingredientes dietéticos en alimentos para aves, debido a esto, el Zn se ha utilizado como un estimulador de crecimiento para animales de granja durante varias décadas, jugando un papel importante como un activador de enzimas y hormonas reproductivas significativas (Yalcin *et al.* 2005).

Basado en los resultados obtenidos se puede observar que las concentraciones de ZN son relativamente menores a los resultados reportados por Dobrzansky *et al.* (2008) para organismos pertenecientes a la especie *G. g. domesticus* variedad Lohman Brown criados en una granja avícola de Breslavia, al suroeste de Polonia, en los cuales se observó en las plumas elevados niveles en las concentraciones de Zn (0,0643 µg/g) Estos valores como son menores en comparación con los encontrados en este estudio. De la misma manera los resultados obtenidos por Lai *et al.* (2010) para este metal, en plumas de pollos criados en el Centro de Entrenamiento Práctico, Universidad Nacional de Pingtung de Ciencia y Tecnología, Taiwán, se encuentran por debajo a los obtenidos en este estudio (0,1828 µg/g).

Abduljlaeel *et al.* (2012) en dos tipos de aves de corral, específicamente en pollos (*G. g. domesticus*) y codornices (*Coturnix coturnix japonica*) recolectadas en granjas avícolas en Selangor, Malasia, reportaron valores de Zn para plumas de pollos (104,630±41,20µg/g) y de codornices (137,230±22,790µg/g) valores que son más elevados a los encontrados en esta investigación.

En cuanto a estudios llevados a cabo en la sangre se pueden mencionar algunos realizados por García (2013) en gallos de pelea *G. g. domesticus* (Phasianidae) provenientes de la comunidad de Las Charas de Tres Picos, Cumaná, estado Sucre, donde se obtuvieron concentraciones entre los 0,01  $\mu\text{g}/\text{mg}$  y los 24  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , las cuales son más elevadas a las encontradas en la sangre de los organismos de esta investigación ( $0,002\pm 0,001 \mu\text{g}/\text{mg}$ ), aunque se sigue considerando concentraciones menores a las observadas en las plumas. No obstante, Abduljaleel *et al.* (2012) encontraron concentraciones de este metal de  $29,164\pm 5,48 \mu\text{g}/\text{mg}$  en sangre de pollos y de  $20,246\pm 3,67 \mu\text{g}/\text{mg}$  en sangre de codorniz, valores que se encuentran por encima de los obtenidos en este estudio tanto en sangre como en plumas. Herzig *et al.* (2009) encontraron valores de Zn de  $1,04\pm 0,45 \text{ mg}/\text{kg}$  en sangre de pollos criados en las instalaciones de la Universidad Farmacéutica y Veterinaria de Brno, República Checa, valores que se encuentran ligeramente más elevados que los reportados en esta investigación.

Bem *et al.* (2013) señalan que la presencia de cantidades elevadas de Zn en el ambiente puede ser producto de la corrosión de aleaciones de Zn y superficies galvanizadas, por lo que basándose en este señalamiento cabe resaltar que los niveles de Zinc encontrados en las plumas de los organismos de estudios pueden deberse a que las aves se encontraban en infraestructuras con paredes de tela metálica y techos de Zn que no presentaban un adecuado mantenimiento lo que puede ocasionar el deterioro de las mismas, generando la oxidación y posterior producción de óxido de Zn, el cual posteriormente, por las acciones mecánicas del aire, fue transportado y se mezcló con el alimento que luego sería ingerido por estas aves.

De igual manera, el hecho de que este metal sea el que presentó la mayor concentración en esta investigación puede deberse al tipo de agua que consumen la cual es proveniente de un río cercano a la granja Miera y en vista de que esta es una zona donde se lleva a cabo la agricultura en gran medida y de que el Zn es utilizado en productos como fungicidas, y que sea además un elemento presente en aguas residuales (Atkinson *et al.* 2006), cabe la posibilidad de que este cuerpo de agua se encuentre en contacto directo

con este elemento lo que sin duda aumentaría la biodisponibilidad del mismo para cualquier organismo que tenga contacto con esta agua.

### Contenido de cobre en sangre y plumas

La concentración promedio de cobre en plumas fue más alta ( $0,094 \pm 0,021 \mu\text{g/g}$ ) en comparación con la sangre ( $0,008 \pm 0,004 \mu\text{g/g}$ ). Al realizar las comparaciones de ambos tejidos se evidenció la existencia de diferencias estadísticamente significativas (KW=23,2855\*\*, valor  $p < 0,05$ ) entre los tejidos analizados (Figura 3).

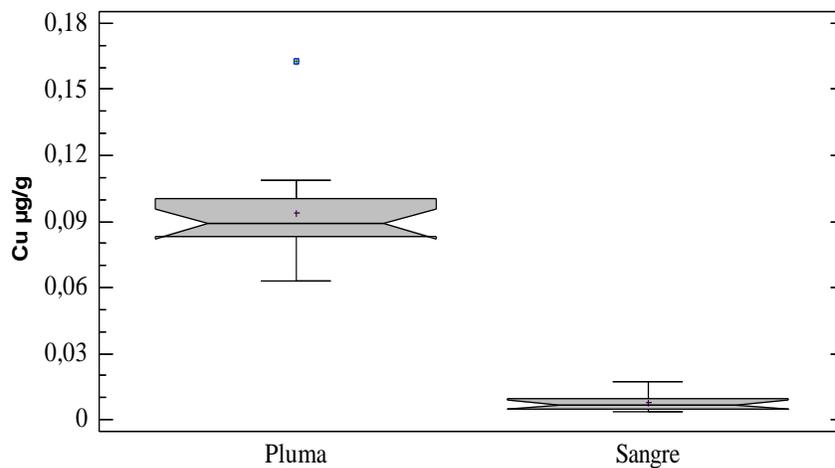


Figura 3. Concentración de Cu  $\mu\text{g/g}$  en muestras de plumas y sangres de *Gallus gallus domesticus* (Var. Rhode Island Red, en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela).

El cobre es un metal pesado considerado como uno de los más abundantes en el planeta. Este elemento puede encontrarse en el medio ambiente proveniente de fuentes naturales como polvo en el aire, suelo, volcanes, vegetación en descomposición, incendios forestales y la espuma del mar, así como también puede provenir de fábricas que manufacturan o usan Cu metálico, o compuesto de Cu (Skorio *et al.* 2012).

El Cu es un elemento traza esencial que interviene en el desarrollo y crecimiento de los embriones de aves, por lo que puede ser utilizado como conservante de granos y suplementos alimentarios para las aves de corral (Alonso *et al.* 2004; Custer *et al.* 2008). Sin embargo, tanto cantidades insuficientes como excesivas de este elemento pueden ser

prejudiciales, sobre todo para aquellos organismos que se encuentran en desarrollo (Nollet *et al.* 2007)

En un estudio realizado por Frantz *et al.* (2012) en plumas de palomas (*Columbia livia*) provenientes de zonas urbanas se registraron concentraciones de Cu (13,15  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ); no obstante, en un estudio realizado por Janiga *et al.* (1990) se obtuvieron concentraciones de Cu similares (8,1 a 11,8  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) en plumas de palomas provenientes de zonas urbanas de Brasil e Israel. Ambos resultados son mayores a los encontrados en esta investigación, así mismo las concentraciones de Cu obtenidas por Lai *et al.* (2010) en plumas de pollos fueron de 0,0164  $\mu\text{g}/\text{g}$ . Estos resultados muestran valores muy elevados comparados con los obtenidos en esta investigación.

Abduljaleel *et al.* (2012) reportaron concentraciones de este metal de  $6,608 \pm 2,119$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  en plumas de pollos y de  $80,798 \pm 25,200$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  en sangre de codorniz valores que se encuentran por encima de los encontrados en este estudio. En el trabajo realizado por García (2013) en gallos de pelea, las concentraciones de cobre en sangre fueron de  $<0,01 - 0,075$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  en aves adultas mientras que en los organismos juveniles las concentraciones fueron de 0,076-0,73; concentraciones que al compararse con las concentraciones de Cu en sangre de esta investigación presentan valores más elevados. sin embargo, con respecto a las plumas estas concentraciones se encuentran por debajo de los niveles de este estudio.

El Cu al igual que el Zn es un elemento utilizado frecuentemente en la fabricación de productos químicos como fungicidas, fertilizantes y pesticidas (Eisler, 2000) por lo que su presencia en las aves puede ser considerada como algo normal; de igual manera, las concentraciones de este metal en este trabajo de son consideradas como no tóxicas debido al hecho que se encuentran por debajo de los 500  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , que es la concentración límite para ser calificado como toxigénico.

#### **Contenido de cromo en sangre y plumas.**

La concentración promedio de Cr en plumas fue más alta ( $0,009 \pm 0,015$   $\mu\text{g}/\text{g}$ ) en comparación con la sangre ( $0,002 \pm 0,001$   $\mu\text{g}/\text{g}$ ). Al realizar las comparaciones de ambos

tejidos se evidenció la existencia de diferencias estadísticamente significativas (KW= 12,4324\*\*, valor  $p < 0,05$ ) entre los tejidos analizados (Figura 4).

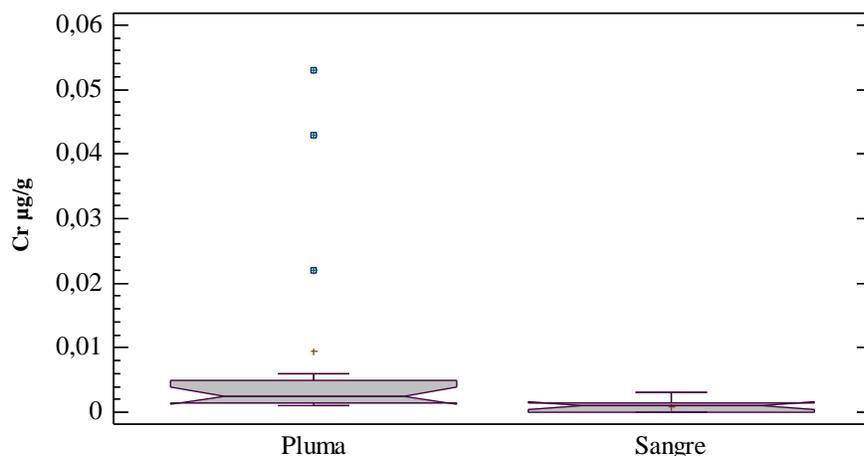


Figura 4. Concentración de Cr  $\mu\text{g/g}$  en muestras de plumas y sangres de *Gallus gallus domesticus* (Var. Rhode Island red, en la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela).

El Cr es un elemento que se puede encontrar en todas partes y sus fuentes de contaminación pueden ser naturales y antropogénicas, tales como: curtidoras de pieles, desechos industriales y cenizas. Hay dos formas conocidas de Cr: la trivalente Cr (III), la cual es esencial y está involucrada en los procesos metabólicos; y la hexavalente Cr (VI), la cual no es necesaria para ningún organismo, y es tóxico tanto para aves como para mamíferos, ya que puede causar desórdenes endocrinos, reproductivos y malformaciones congénitas; además que es considerado como un potente carcinógeno (Kushwaha, 2016).

Abduljlaeel *et al.* (2012) encontraron niveles de Cr de  $4,853 \pm 0,350 \mu\text{g/g}$  para plumas de pollos y de  $2,661 \pm 0,320 \mu\text{g/g}$  para plumas de codornices siendo estos valores más elevados a los reportados en el presente estudio. Raghu (2016) encontró concentraciones de este metal en plumas de gallinas criadas en patios traseros de casas en la localidad de Andhra Pradesh, India, de  $59 \mu\text{g/mg}$ , mientras que Tsipoura *et al.* (2011) encontraron concentraciones de  $10,09 \mu\text{g/mg}$  en plumas de gansos provenientes

de Canadá que se encontraron en New Jersey (EUA); este resultados, al igual que los otros mencionados, se encuentran por encima de los reportados en este estudio. García (2013), en gallos, obtuvo concentraciones de  $< 0,01$ -  $0,4375 \mu\text{g}/\text{mg}$  en la sangre de organismos adultos y de  $< 0,01$  –  $4,825 \mu\text{g}/\text{mg}$  para juveniles; ambos resultados se encuentran por encima de los obtenidos en esta investigación tanto para la sangre como para las plumas.

A pesar de que el Cr al igual que los otros elementos antes mencionados se utilizan en productos como fungicidas, también es utilizado en la fabricación de cemento (Alique y Martínez, 2006) y en vista de que cercano al lugar donde se encuentran las gallinas se encontraban en la fabricación de otras estructuras que servirán para ampliar la granja puede surgir la posibilidad de que parte de este metal encontrado en esta investigación provenga de esas construcciones, ya que por ser el cemento un material volátil, este pudo ser llevado por acciones del viento a entrar en contacto con el entorno de los organismos de estudio.

Como se ha mostrado a lo largo de este estudio los niveles de este metal (cromo) y los niveles de los otros metales encontrados (cobre y zinc) se encuentran por debajo de los niveles reportados por otros investigadores que sustentan los resultados de esta investigación. su presencia puede atribuirse a la biodisponibilidad de estos elementos a la que se encontraban expuestos los organismos de este estudio con respecto a los otros utilizados en otras investigaciones, además se debe tomar en cuenta varios procesos biológicos y fisiológicos, como los hábitos alimenticios, el crecimiento, la edad, la reproducción y la muda que pueden influir en la concentración y distribución de metales en las aves.(Mariam *et al.* 2004), así mismo se debe tomar en cuenta que los niveles de metales pueden deberse a una ingestión reciente y que algunos biomarcadores fluctúan más que en otros órganos (Fossi, 1994).

### Análisis de correlación.

En las tablas 2 y 3, se presenta la relación del peso de las aves y el contenido de metales pesados en las plumas y sangre de los ejemplares.

Tabla 2. Relación entre el peso de los ejemplares con respecto a las concentraciones de los distintos metales pesados en plumas de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la

Metales	Regresión
<b>Zinc</b>	$Y = 0,541431 + 0,000431131, R^2 = 8,46853NS$
<b>Cobre</b>	$Y = 0,0578926 + 0,0000127349, R^2 = 4,57875 NS$
<b>Cromo</b>	$Y = 0,0456018 - 0,0000128015, R^2 = 8,51498 NS$

población de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela.

Tabla 3. Relación entre el peso de los individuos con respecto a las concentraciones de los distintos metales pesados en sangre de *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) en la población de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela.

Metales	Regresión
<b>Zinc</b>	$Y = 0,0295477 + 0,00000717337, R^2 = 2,55588 NS$
<b>Cobre</b>	$Y = 0,0167316 - 0,00000320854, R^2 = 9,36759 NS$
<b>Cromo</b>	$Y = 0,00250754 - 5,77889, R^2 = 4,83326 NS$

No se mostró ninguna relación debido a que independientemente del tamaño de las aves, los individuos tienen la capacidad de almacenar metales tanto en los tejidos estudiados como en otros tejidos. Sin embargo, sí se pudo evidenciar que las plumas presentaron una acumulación mayor de metales, lo que puede ser influenciado por las características naturales que presentan las plumas que les permiten a esta estructura acumular concentraciones de estos elementos que pueden llegar a ser más elevadas que en otros tejidos. En general, los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Abduljaleel *et al.* (2012) en pollos (*G. g. domesticus*) y difiere con los reportados para codornices (*Coturnix coturnix japonica*), de este mismo investigador en organismos recolectados en granjas avícolas en Selangor, Malasia. La presencia de MP en las aves de cría se encuentra asociado a diversos efectos que afectan la mayoría de las veces a los organismos en cuanto a la ingesta de alimentos, ocasionando debilidad progresiva, descontrol motor, dificultad para el vuelo, parálisis, reducción de la reproducción, convulsión y muerte (Iwegbue *et al.* 2008).

Con la realización de este estudio se pudo comprobar la presencia de MP en los tejidos muestreados, lo que comprueba que los individuos de la especie *G. g. domesticus* (var. Rhode Island Red) utilizados en esta investigación se encuentran expuestos a elementos metálicos en su sitio de origen y los incorpora a su organismo a partir, muy probablemente, de los alimentos que consume y del contacto con el agua en la que se encuentra el metal disuelto. Por otra parte, aunque los animales están expuestos a diferentes tipos de metales en la zona que habitan y se reproducen, se puede destacar que los niveles cuantificados de éstos, están dentro de los límites permitidos a nivel mundial; por otra parte, el hecho de que en esta investigación no se hubieran detectado concentraciones de cadmio y plomo se puede considerar como algo satisfactorio, en vista de que estos elementos son considerados como dos de los metales más peligrosos para la vida de cualquier organismo vivo siendo relacionados con alteraciones mutagénicas y teratogénicas. En retrospectiva, como resultado del aumento de la urbanización y de la industrialización, grandes cantidades de MP están siendo continuamente introducidos a los ecosistemas, afectando negativamente su estabilidad y

causando un impacto a nivel ecológico, además de lograr que incluso las zonas consideradas como no contaminadas experimenten la presencia de estos componentes, algunos de ellos en determinadas concentraciones siempre menores al 0,01 % de la masa total de un organismo son considerados como esenciales (Nessner y Esposito, 2010); sin embargo, los organismos pueden verse expuestos a niveles bajos de estos contaminantes de manera continua y debido a sus capacidades de bioacumulación pueden llegar a presentar niveles capaces de producir efectos negativos que afecten su desarrollo y vida. Las intoxicaciones causadas por dosis elevadas de estos compuestos son conocidas a nivel mundial; no obstante, los efectos que se pueden producir en los organismos expuestos a dosis bajas generalmente son desconocidos y pueden pasar inadvertidos (Nam y Lee, 2006).

En fin, la medición de MP en sangre y plumas ha sido utilizada con gran éxito, por lo que estos tipos de muestras pueden ser bioindicadores adecuados de contaminación ambiental no invasivo y no letal, cuya colecta y preservación es fácil, además de que reflejan la exposición a largo plazo de los contaminantes a nivel local, teniendo así un gran potencial en los estudios de valoración de salud ecosistémica (Naccari *et al.* 2009).

## CONCLUSIONES

Los niveles de metales determinados en la sangre y plumas de las gallinas *G. g. domesticus* (var. Rhode Island Red) siguieron el patrón: Zn > Cu > Cr, y presentaron diferencias significativas entre estos dos tejidos.

Se observó una mayor acumulación de metales en plumas que en sangre de *G. g. domesticus* (var. Rhode Island Red).

Los valores obtenidos de los metales pesados Zn, Cu y Cr en *G. g. domesticus* (var. Rhode Island Red) se encuentran por debajo de los límites considerados como potencialmente tóxicos, lo que sugiere que los organismos de estudio, provenientes de la localidad de El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela, a pesar de la gran actividad antrópica, aparentemente no se encuentran impactados de manera significativa por lo menos por estos metales.

La presencia de metales pesados parece atribuirse en su mayoría a la exposición del alimento y agua de consumo de los organismos con fuentes contaminantes.

## RECOMENDACIONES

A pesar de que los niveles de MP encontrados en esta investigación son bajos, es recomendable un estudio más detallado de éstos en la dieta de *G. g. domesticus* (var. Rhode Island Red) por ser esta una especie de consumo humano masivo, además sería de gran importancia llevar a cabo otras investigaciones en esta y otras aves de corral criados generalmente en la zona utilizando otros órganos (p. ej., huesos, vísceras); también sería recomendable el estudio de otras especies silvestres de aves, mamíferos, reptiles y anfibios en la zona, los cuales han sido utilizados como excelentes biomonitores ambientales para conocer el estado de salud ambiental en el cual se encuentran los diferentes ecosistemas.

## BIBLIOGRAFIA

- Abduljaleel, S.; Shuhaimi-Othman, M. y Abdulsalam, B. 2012. Assessment of trace metals content in chicken (*Gallus gallus domesticus*) and quail (*Coturnix coturnix japonica*) tissues From Selangor (Malaysia). 2 *J. Environ. Sci. Technol.*, 5: 441–451.
- Alique, Oscar y Martinez, Rosario. 2006. El contenido de Cr (VI) soluble en agua en el cemento. *Cemento hormigón*, 22-29.
- Alonso, M.; Montana, M.; Miranda, C.; Castillo, J.; Hernández, J. y Benedito, L. 2004. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain. *Biometals*, 17: 389–397.
- Altindag, A. y Yigit, S. 2005. Assessment of heavy metal concentrations in the food web of Lake Beysehir, Turkey. *Chemosphere*, 60: 552–556.
- Atkinson, B.; Alvenas, G.; Nilsson, S.; Hultman, B. y Oborn, I. 2006. Heavy metal and health. *Ecosyst. Environ.*, 113: 120–138.
- Baos R.; Jovani R.; Pastor N.; Tella JL.; Jiménez B. y Gómez G. 2006. Evaluation of genotoxic effects of heavy metals and Arsenic in wild nestling White storks (*Ciconia ciconia*) and Black kites (*Milvus migrans*) from southwestern Spain after a mining accident. *Environ Toxicol Chem.* 25 (10): 2794-2803.
- Bem, H.; Gallorini, M.; Rizzio, E. y Krzeminska, M. 2003. Comparative studies on the concentrations of some elements in the urban air particulate matter in Lodz city of Poland and in Milan, Italy. *Environ Int.*, 29:423–428.
- Bolan, N.; Kunhikrishnan, A.; Thangarajan, R.; Kumpiene, J.; Park, J.; Makino, T.; Kirkham, M. y Scheckel, K. 2014. Remediation of heavy metal contaminated soils-to mobilize or to immobilize. *J. Hazardous Mat.*, 266: 141–166.
- Borghesi, F.; Dinelli, E.; Migani, F.; Bechet, A.; Rendon-Martos, M.; Amat, J.; Sommer, S. y Gillingham, M. 2016. Assessing environmental pollution in birds: a new methodological approach for interpreting bioaccumulation of trace elements in feather shafts using geochemical sediment data. *Methods Ecol. Evol.*, 8: 96–118.
- Borker, A.; Mane, A.; Saratale, G. y Pathade, G. 2013. Phytoremediation potential of *Eichhornia crassipes* for the treatment of cadmium in relation with biochemical and water parameters. *Emir. J. Food Agric.*, 25: 443–456.
- Boyer, J.; Fourqurean, J. y Jones, R. 1997. Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries*, 20: 743–758.
- Calnek, B. 2000. *Enfermedades de las aves*. Décima edición. Editorial El Manual Moderno. México D.F.
- Carpenter, J.; Andrews, G. y Beyer, W. 2004. Zinc toxicosis in a free-flying Trumpeter Swan (*Cygnus buccinator*). *Journal of Wildlife Diseases*, 40: 769-774.

- Castellanos, A. 1982. *Aves de corral*. Ed. Trillas. Buenos Aires, Argentina.
- Custer, T.; Golden, N. y Rattner, B. 2008. Element patterns in feathers of nestling Black-crowned Night-Herons, *Nycticorax nycticorax* L., from four colonies in Delaware, Maryland, and Minnesota. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 81: 147–151.
- Daury, R.; Schwad, F. y Bateman, M. 1993. Blood lead concentrations of waterfowl from un hunted and heavily hunted marshes of Nova Scotia and Prince Edward Island, Canada. *J. Wildl. Dis.*, 29: 577–581.
- Dauwe, T.; Bervoets, L. y Janssens, E. 2002. Blue Tit feathers as biomonitors for heavy metals pollution. *Ecol. Ind.*, 1: 7–16.
- Denneman, W. y Douben, P. 1993. Trace metals in primary feathers of the Barn Owl (*Tyto alba guttatus*) in the Netherlands. *Environ. Pollut.*, 82: 301–310.
- Diamond, A. y Devlin, C. 2003. Seabirds as indicators of changes in marine ecosystems: ecological monitoring on Machias Seal Island. *Environ. Monit. Asses.*, 88: 153–175.
- Dobrzansky, Z.; Korczynki, M.; Chojnacka, K.; Gorecki, H. y Opalinski, S. 2008. Influence of organic forms of copper, manganese and iron on bioaccumulation of these metals and zinc in laying hens. *J. Elementol.*, 13: 309–319.
- Eeva, T.; Ahola, M. y Lehikoinen, E. 2009. Breeding performance of blue tits (*Cyanistes caeruleus*) and great tits (*Parus major*) in a heavy metal polluted area. *Environ. Pollut.*, 157: 3126–3131.
- Eisler, R. 2000. *Handbook of chemical risk assessment health, hazard to humans, plant and animals*. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida.
- Fasola, M. y Ruiz, X. 1996. The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Col. Waterbirds* (Special Publication 1), 19: 122–128.
- Fossi, M. 1994. Nondestructive biomarkers in ecotoxicology. *Environ. Health Persp.*, 102: 49–54.
- Frantz, A.; Pottier, M.; Battle, K.; Corbel, H.; Aubry, E.; Haussy, C.; Gasparini, J. y Castec-Rouelle, M. 2012. Contrasting levels of heavy metals in the feathers of urban pigeons from close habitat suggest limited movements at a restricted scale. *Environ. Pollut.*, 22: 820–824.
- Garbisu, A. 2003. Basic concept son heavy metal soil bioremediation. *Eur. J. Min. Proc. Environ. Protec.*, 3: 58–66.
- García, A. 2013. Metales pesados (Cd, Ni, Cr, Pb, Cr y zinc) en suelo y tejido sanguíneo del ave de corral *Gallus gallus domesticus* (Phasianidae) del sector Las Charas, Tres Picos, Cumaná, estado Sucre. Tesis de pregrado. Universidad de Oriente, Cumaná.
- García-Fernández, A.; Bayoumi, A.; Perez-Pertejo, Y.; Motas, M.; Reguera, R.; Ordonez, C.; Balana-Fouce, R. y Ordonez, D. 2002. Alterations of the glutathione redox balance

- induced by metals in CHO-K1 cells. *Comp. Biochem. Physiol. C: Toxicol. Pharmacol.*, 132: 365–373.
- Goede, A. y Bruin, M. 1984. The use bird feathers parts as a monitor for metal pollution. *Environ. Pollut.*, 8: 281–298.
- Goede, A. y de Voogt, P. 1985. Lead and cadmium in waders from the Dutch Wadden Sea. *Environ. Pollut.*, 37: 311–322.
- Gómez, J. 1982. *Historia del Estado Sucre*. Italgráfica, S. R. L. Caracas.
- Graganiello, S.; Fulgione, D.; Milone, M.; Soppelsa, O. y Cacace, P. 2001. Sparrows as possible heavy-metal biomonitors of polluted environments. *Environ. Contam. Toxicol.* 66: 719–726.
- Herzig, I.; Navratilova, M.; Totušek, J.; Suchy, P.; Večerek, V.; Blahova, J y Zraly, Z. 2009. The effect of humic acid on zinc accumulation in chicken broiler tissues. *Czech J. Anim. Sci.*, 54: 121–127.
- Hofer, M.; Fries, S.; Helmke, A.; Kilian, B.; Kuhnle, C. y Zivkovic, I. 2010. Value orientation and motivational interference in school-leisure conflicts: the case of Vietnam. *Learning and Instructions*, 20: 239–249.
- Iwegbue C.M.A, Nwajei G.E, Iyoha E.N. 2008. Heavy metal residues of chicken meat and gizzard and turkey meat consumed in southern Nigeria. *Bulg.J.Vet. med.* 11(4):275-280.
- Jakimska, A., Konieczka, P., Skóra, K. & Namiesnik, J. 2011a. Bioaccumulation of metals in tissues of marine animals, Part I: the role and impact of heavy metals on organisms. *Pol. J. Environ. Stud.*, 20, 1117-1125.
- Janiga, M.; Mankovská, B.; Bobal'ová, M. y Durkčová, G. 1990. Significance of concentrations of lead, cadmium, and iron in the plumage of the feral pigeon. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 19: 892–897.
- Khayatzaheh, J. & E. Abbasi. 2010. Effects of heavy metals on aquatic animals. The 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University. Mashad Branch, Iran, 26-28 April.
- Kushwaha, S. 2016. Heavy metal concentrations in feathers of critically endangered Long-Billed Vultures (*Gyps indicus*) in Bundelkhand Region, India. *Int. J. Life. Sci. Sci. Res.*, 2: 365–375.
- Lai, P.; Liang, B.; Hsia, L.; Loh, T. y Ho, Y. 2010. Effects of varying dietary zinc levels and environmental temperatures on the growth performance, feathering score and feather mineral concentrations of broiler chicks. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 7: 937– 945.
- Li, J.; Plorde, J.J.; Carlson, L.G. 1994. Effects of volumen and periodicity on blood cultures. *J. Clin. Microbiol.*, 32: 2829-2831.
- Malik, Zeb. 2009. Assessment of environmental contamination using feathers of *Bubulcus ibis* L., as a biomonitor of heavy metal pollution, Pakistan. *Ecotoxicology*. 18: 522- 536

- Mariam, I.; Iqbal, S. y Nagra, S. 2004. Distribution of some trace and macro mineral sin beef, mutton and poultry. *Int. J. Agric. Biol.*, 6: 816-820.
- Mateo, R.; Estrada, J.; Paquet, J.; Riera, X.; Domínguez, L.; Guitart, R. y Martínez Vilalta, A. 1999. Lead shot ingestion by marsh harriers *Circus aeruginosus* from Ebro delta, Spain. *Environ. Pollut.*, 104: 435–440.
- Naccari, C.; Cristani, M.; Cimino, F.; Arcoraci, T. y Trombetta, D. 2009. Common buzzards (*Buteo buteo*) bio-indicators of heavy metals pollution in Sicily (Italy). *Environ. Int.*, 35: 595–598.
- Nam, Dong-Ha y Lee, Doo-Pyo. 2006. Possible routes for lead accumulation in feral pigeons (*Columba livia*). *Sci. Total Environ.*, 35: 288–295.
- Nessner, V., y Esposito, E. 2010. Biotechnological strategies applied to the decontamination of soil polluted with heavy metals. *Biotech. Adv.*, 28: 61–89.
- Nollet, L; Van der Klis, J; Lensing, M. y Spring, P. 2007. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. *J. Appl. Poult. Res.*, 16: 592–597.
- Ortiz-Santaliestra, M.; Resano-Mayor, J.; Hernández-Matias, A.; Rodríguez-Estival, J.; Camarero, P.; Moleon, M.; Real, J. y Mateo, R. 2015. Pollutant accumulation patterns in nestlings of an avian top predator: biochemical and metabolic effects. *Sci. Total Environ.*, 538: 692–702.
- Parra, E. 2014. Aves silvestres como bioindicadores de contaminación ambiental y metales pesados. *Rev. CES. Salud Pública*, 5: 59–69.
- Pirela, D. y Casler, C. 2005. Concentraciones de mercurio en tejidos de aves acuáticas, en el norte del sistema del lago de Maracaibo, occidente de Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.*, 39: 108–127.
- Rhagu, V. 2016. Biogeochemical surveys using poultry components from Mangampeta Barite Area, Andhra Pradesh, India. *Poult. Fish. Wildl. Sci.*, 4: 1.
- Rodríguez, J.J.; Oliveira, P.A.; Hidalgo, L.E.; Ginja, M.M.; Silvestre, A.M.; Ordoñez, C.; Serantes, A.E.; Gonzalo-Orden, J.M. y Orden, M.A. 2010. Lead toxicity in captive and wild Mallards (*Anas platyrhynchos*) in Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 46:854-63.
- Sauveur, B. y Reviers, M. 1992. *Reproducción de las aves y desarrollo embrionario*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Skorio, s.; Visnjic, Z.; Jaric, L.; Djikanovic, V.; Mickovic, B.; Nikcovic, M. y Lenhardt, M. 2012. Accumulation of 20 elements in Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and its main prey, Common Carp (*Cyprinus carpio*) and Prussian Carp (*Carassius gibelio*). *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 80: 244–251.
- Swaleh, K.M y Sansur, R. 2006. Monitoring urban heavy metal pollution using the House Sparrow (*Passer domesticus*). *J. Environ. Monit*, 8: 209–213.

- Tsipoura, N.; Burger, J.; Newhouse, M.; Jeitner, C.; Gochfeld, M. y Mizrahi, D. 2011. Lead, mercury, cadmium, chromium, and arsenic levels in eggs, feathers, and tissues of Canada geese of the New Jersey meadowlands. *Environ. Res.*, 111: 775–784.
- Vera, M.; Muñoz, J. y Marín, G. 2016. Determinación de metales pesados (Cr, Cu, Cd, Zn, Ni y Pb) en el alcatraz (*Pelecanus occidentalis* L. 1766), en el Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 55: 19–31.
- Wu, G.; Kang, H.; Zhang, X.; Shao, H.; Chu, L. y Chengjiang, R. 2010. A critical review on the bio-removal of hazardous heavy metal from contaminated soil: Issues, progress, eco-environmental concerns and opportunities. *J. Hazardous Mat.*, 174: 1–8.
- yalcin ,S.; oguz , f y yalcin, S , 2005 : Efecto de la suplementación dietética con harina de avellanas sobre la composición cárnica de las codornices Turk. *J. Vet. Anim. Sci.* 29 , 1285-1290.

## APENDICES



Figura 1. Gallinas ponedoras *Gallus gallus domesticus* (var. Rhode Island Red) contenidas en jaulas de metal.



Figura 2. Granja MIERA, El Rincón, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela.

## HOJA DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	METALES PESADOS EN GALLINAS PONEDORAS ( <i>Gallus gallus domesticus</i> var. Rhode Island Red) EN LA LOCALIDAD DE EL RINCÓN, MUNICIPIO BENÍTEZ, ESTADO SUCRE, VENEZUELA
<b>Subtítulo</b>	

#### Autor (es):

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Dona Cortez Dayany José	<b>CVLAC</b>	19 892 333
	<b>e-mail</b>	<i>dayanyjdonacortez@gmail.com</i>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

#### Palabras o frases claves:

<i>Metales pesados</i>
<i>Gallinas ponedoras</i>
<i>sangre</i>
<i>plumas</i>
<i>Gallus gallus domesticus</i>

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

### Resumen (abstract):

Se determinaron las concentraciones de los metales plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), cobre (Cu) y cromo (Cr) en muestras de sangre y plumas de gallinas ponedoras *Gallus gallus domesticus* (var. “Rhode Island Red”) en la localidad de el rincón, municipio Benítez, estado sucre, Venezuela. Para ello se capturaron un total de 16 individuos durante el mes de septiembre de 2016. Se extrajeron 1,5 ml de sangre de la vena radial (dejándose coagular), plumas de la cola y del ala. Las muestras fueron pesadas y luego digeridas con 8 ml de  $\text{NHO}_3$  y 2 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y luego se determinaron los metales Pb, Cd, Zn, Cu y Cr mediante un espectrofotómetro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES). Se observó que la mayor concentración promedio de metales pesados en plumas fue de Zn, seguido de Cu y Cr (1,759; 0,094 y 0,009  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente); de manera similar en sangre se observó la misma tendencia, donde Zn obtuvo los mayores niveles (0,050  $\mu\text{g/g}$ ); sin embargo, este tejido presentó niveles más bajos en comparación con las plumas). (zinc: 0,050; cobre: 0,008 y cadmio: 0,002  $\mu\text{g/g}$ ) los metales pesados Pb y Cd no fueron detectables en ninguna de las muestras analizadas tanto en sangre como en plumas, sugiriendo que los organismos utilizados aparentemente para este estudio no están afectados por metales pesados relacionados directamente con factores de contaminación. No obstante, pueden verse afectados por la biodisponibilidad de otros metales que son considerados como esenciales, ya que influyen directamente en el desarrollo de estas aves de corral. Las concentraciones de los metales encontrados esta investigación en sangre y plumas no sobrepasaron los límites permitidos por las leyes venezolanas, lo cual es indicativo que probablemente la localidad de El Rincón no se encuentra impactada por tales metales.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Prof: Muñoz Jorge	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	10 884 029
	e-mail	<i>jomunozg@gmail.com</i>
	e-mail	
Prof: Marin Gedio	ROL	CA <input checked="" type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	4 348 834
	e-mail	<i>gediom@yahoo.com</i>
	e-mail	
Profa: Patricia Velasquez	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	17 446 999
	e-mail	<i>patriciavelasquezv@gmail.com</i>
	e-mail	
Profe: Bello Jesús	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	<i>jesusantoniobello@gmail.com</i>
	e-mail	

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	07	26

Lenguaje: spa

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

### Archivo (s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Donadayany.doc	Word 2013

### Alcance:

**Espacial:** Nacional (Opcional)

**Temporal:** Temporal (Opcional)

### Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciada en Biología

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Licenciada

**Área de Estudio:** Biología

### Institución (es) que garantiza (n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE SUCRE

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letdo el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE SISTEMA DE BIBLIOTECA	Cordialmente,		
RECIBIDO POR <i>[Signature]</i>			
FECHA <u>5/8/09</u> HORA <u>5:30</u>		<b>JUAN A. BOLAÑOS CUNELE</b>	SECRETARIA CONSEJO UNIVERSITARIO
		Secretario	

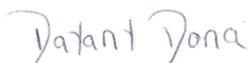
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



---

Dayany J. Dona C.  
AUTORA



---

Jorge R. Muñoz G.  
TUTOR