

01672
3
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



“CONCENTRACIONES DE PLOMO, CADMIO Y CROMO Y SU RELACION CON LAS CARACTERISTICAS HISTOLOGICAS, ULTRAESTRUCTURALES Y DE LA HEMOGLOBINA EN TEJIDOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO”.

TESIS PRESENTADA ANTE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS
(AREA PATOLOGIA)

P O R

RAMON ALFREDO DELGADO GONZALEZ

ASESORES:

DR. RENE ROSILES MARTINEZ

DRA. TERESA I. FORTOUL van der Goes



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN.

DELGADO GONZALEZ RAMON ALFREDO. Concentraciones de plomo, cadmio y cromo y su relación con las características histológicas, ultraestructurales y de la hemoglobina en tejidos de palomas Columba livia de la Cd. de México. Dirigida por el Dr. René Rosiles Martínez y la Dra. Teresa I. Fortoul van der Goes.

Se muestrearon 50 palomas de cinco zonas del área Metropolitana de la Cd. de México y 10 de Ixtlahuaca Edo. de Mex., con la finalidad de medir las concentraciones de plomo, cadmio y cromo en encéfalo, pulmón, hígado y riñón. Así como las características histológicas de estos órganos, el estudio ultraestructural con microscopía electrónica de barrido del pulmón y los valores de los derivados de la hemoglobina.

Los resultados de plomo observados, fueron los mas altos para La Merced en riñón con 11.03 ± 7.24 ppm. Los valores de cadmio mas altos fueron para El Pedregal de San Angel en riñón con 6.86 ± 3.72 ppm.ppm. Los niveles de cromo fueron altos para Tlalnepantla en riñón con 6.07 ± 4.63 ppm.

Las muestras del Municipio de Ixtlahuaca tuvieron siempre los valores más bajos y los valores altos fueron para plomo 2.19 ± 1.75 ppm en hígado, para cadmio 0.91 ± 0.54 ppm en riñón y para cromo 1.54 ± 0.49 ppm en encéfalo.

Las concentraciones promedio de plomo en La Cd. de México fueron: riñón 7.60 ± 2.12 ppm, encéfalo 5.17 ± 1.30 ppm

hígado 3.92 ± 0.59 ppm y pulmón 3.64 ± 0.60 ppm.

Las concentraciones de cadmio fueron en riñón 5.32 ± 1.33 ppm, hígado 1.04 ± 0.33 ppm, encéfalo 0.86 ± 0.26 ppm y pulmón 0.58 ± 0.15 ppm. Los valores de cromo fueron en riñón 4.34 ± 1.28 ppm, encéfalo 3.78 ± 1.34 ppm, pulmón 2.65 ± 0.59 ppm e hígado 1.77 ± 0.49 ppm.

No se consideraron los valores de la hemoglobina debido a que la sangre estaba hemolizada, lo cual interfirió con los resultados. Por tal motivo se realizaron frotis de sangre periférica y se tiñeron con el colorante Wrigth, se observaron al microscopio de campo claro con el objetivo 100X, y se demostraron hemoparásitos intraeritrocitarios que correspondieron a Haemoproteus columbae.

Lo observado en el pulmón con microscopía electrónica de barrido fueron partículas en las muestras de las zonas de Tlalnepantla, San Felipe y La Merced, pero no se observaron cuerpos ferruginosos en el estudio histológico. Los hallazgos histológicos fueron: infiltración linfocitaria multifocal en pulmón, hígado y riñón, así como hemosiderina en pulmón e hígado y antracosis en pulmones además de metaplasia osea en el parénquima pulmonar de un solo caso.

CONTENIDO

RESUMEN

	<u>Página</u>
I.	INTRODUCCION.....1
1.	PROBLEMAS DE CONTAMINACION.....1
2.	HEMOGLOBINA.....3
3.	LAS PALOMAS COMO SISTEMA DE VIGILANCIA BIOLOGICO.....4
4.	PLOMO.....4
5.	CADMIO.....6
6.	CROMO.....7
II.	JUSTIFICACION.....10
III.	HIPOTESIS.....11
IV.	OBJETIVOS.....12
1.	OBJETIVOS GENERALES.....12
2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....12
V.	MATERIAL Y METODOS.....13
1.	MUESTREO DE ANIMALES.....13
2.	PROCESAMIENTO DE MUESTRAS.....13
2.1.	PRUEBAS DE HEMOGLOBINA.....13
2.2.	ANALISIS DE PULMON CON MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO.....14
2.3.	ESTUDIO HISTOLOGICO.....15
2.4.	PRUEBAS QUIMICO-TOXICOLOGICAS.....15
3.	ANALISIS ESTADISTICO.....16
VI.-	RESULTADOS.....17

1.	MUESTREO DE ANIMALES.....	17
2.	PRUEBAS DE HEMOGLOBINA.....	17
3.	OBSERVACIONES DEL PULMON CON EL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO (M.E.B.).....	17
4.	PRUEBAS DE HISTOLOGIA.....	18
5.	PRUEBAS QUIMICO-TOXICOLOGICAS.....	18
VII.	DISCUSION.....	46
	LITERATURA CITADA.....	53

LISTA DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Histología de pulmón de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	23
CUADRO 2. Histología de hígado de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	24
CUADRO 3. Histología de riñón de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	25
CUADRO 4. Concentración promedio de Plomo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	26
CUADRO 5. Concentración promedio de Plomo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	26
CUADRO 6. Concentración promedio de Plomo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	27
CUADRO 7. Concentración promedio de Plomo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos y hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	27
CUADRO 8. Concentración promedio de Cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	28
CUADRO 9. Concentración promedio de Cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	28
CUADRO 10. Concentración promedio de Cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	29
CUADRO 11. Concentración promedio de Cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos y hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	29
CUADRO 12. Concentración promedio de Cromo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	30
CUADRO 13. Concentración promedio de Cromo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	30

CUADRO 14	Concentración promedio de Cromo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	31
CUADRO 15	Concentración promedio de Cromo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos y hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	31
CUADRO 16	Concentración promedio de plomo, cromo y cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. México.....	32
CUADRO 17	Concentración promedio de plomo, cromo y cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de Ixtlahuaca.....	32
CUADRO 18	Niveles comparativos de plomo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> informados por diferentes investigadores	33
CUADRO 19	Niveles comparativos de cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> informados por diferentes investigadores.....	33

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1.	Principales estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Valle de México...	34
FIGURA 2.	Mapa de localización del Municipio de Ixtlahuaca, Edo. de Mex.....	35
FIGURA 3.	Partícula de 5 x 2 x 12 um que se encontró en un pulmón de paloma de la zona de Tlalnepantla. MEB 1200 X.....	36
FIGURA 4.	Partícula de 2 x 20 um que se encontró en un pulmón de paloma de la zona de Xalostoc. MEB 2400 X.....	37
FIGURA 5.	Partícula de 2 x 30 um que se encontró en un pulmón de paloma en la zona de La Merced. MEB 6000 X.....	38
FIGURA 6.	Concentraciones por zona de Plomo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	39
FIGURA 7.	Concentraciones por zona de Cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	40
FIGURA 8.	Concentraciones por zona de Cromo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	41
FIGURA 9.	Concentraciones por zona de Plomo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos y hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	42
FIGURA 10.	Concentraciones por zona de Cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos y hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	43
FIGURA 11.	Concentraciones por zona de Cromo (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> machos y hembras de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	44
FIGURA 12.	Concentraciones de Plomo, Cromo y Cadmio (ppm) en órganos de palomas <u>Columba livia</u> de la Cd. de México e Ixtlahuaca.....	45

I. INTRODUCCION.

1. PROBLEMAS DE CONTAMINACION.

La contaminación atmosférica es la condición en la cual se encuentran en el aire algunas sustancias en concentraciones superiores a los niveles ambientales normales, de tal manera que produzcan efectos indeseables en el hombre, los animales, la vegetación o los materiales (8,58,66,67).

Debido a los altos niveles de contaminación atmosférica que se registran en la Cd. de México y área metropolitana, el 80% de la población presenta irritación de vías respiratorias. En particular los niños padecen un gran número de enfermedades no infecciosas asociadas a la contaminación ambiental, generada por industrias y vehículos automotores. En el hombre mediante radiografías de tórax y exámenes de funcionamiento respiratorio, se observa una alta prevalencia de bronquitis crónica que se ha señalado como una posible consecuencia de la contaminación (6,50,65).

Existen estudios epidemiológicos en los que se han señalado alteraciones pulmonares como la fibrosis y el cáncer pulmonar y de piel, relacionados con la contaminación atmosférica (7,46,53).

Los niveles de contaminación atmosférica en México han mostrado un incremento continuo desde que se inició su mayor desarrollo industrial en los años 60's, y ha permanecido el tiempo suficiente identificándose problemas de

salud ligados a ella; el desconocimiento casi total de los contaminantes a que se está expuesto cotidianamente hace necesario estudiar diferentes tipos de contaminantes conocidos como patógenos. Los cuerpos ferruginosos representan un indicador de exposición a fibras inorgánicas fibrogénicas ó carcinogénicas, como asbestos, silicatos no asbestos, fibras de vidrio entre otras, su morfología característica es el resultado de la interacción entre el contaminante y el tejido pulmonar (11,12,13,49). Estas estructuras son fácilmente identificables con el microscopio de luz y electrónico de barrido y permite correlacionar el grado de contaminación con la presencia de partículas a nivel pulmonar (11,12,13,49).

Hasta la fecha la experiencia mundial acumulada ha permitido identificar a un gran número de sustancias tóxicas de las que una parte importante procede de los procesos de combustión, como monóxido de carbono, óxidos del azufre, ácido sulfúrico, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos policíclicos, así como amoniaco, formaldehido, ozono, silicatos no asbestos y asbestos. Los principales metales de interés toxicológico son el aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, cobalto, cobre, estaño, hierro, litio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, talio y zinc (5,29,38,40,63,66,67).

Estos contaminantes ejercen sus efectos nocivos en forma individual o en forma de mezclas y pueden ser agentes

fibrogénicos, hasta mutagénicos o carcinogénicos. Aunque muchos de ellos afectan al organismo a diversos niveles, el aparato respiratorio resulta ser el mas afectado (28,29). La acción tóxica de los contaminantes está determinada tanto por su accesibilidad al organismo como por la serie de reacciones bioquímicas y fisiológicas que provoquen y que en última instancia se manifieste como signos o síntomas de intoxicación (2,47).

HEMOGLOBINA.

La medición de los derivados de la hemoglobina tiene la finalidad de establecer el grado de exposición a los gases contaminantes que bajo ciertas condiciones pueden perjudicar la salud del hombre y de los animales, principalmente los que habitan en las ciudades con un gran número de industrias y automóviles circulantes. La hemoglobina es un pigmento contenido en los eritrocitos y químicamente una cromoproteína cuya molécula esta constituida por una proteína simple de globina y un grupo prostético hemocromógeno que contiene un átomo de hierro. Este pigmento fija en los pulmones el oxígeno atmosférico que se transforma en oxihemoglobina para transportar el oxígeno mediante la corriente sanguínea arterial a todos los tejidos del organismo. En este punto, la oxihemoglobina se reduce al ceder el oxígeno a las células y fijar el anhídrido carbónico (CO₂) de los tejidos, para transportarlo a través de la corriente sanguínea venosa de retorno a los pulmones. Aquí la

carboxihemoglobina, se oxida liberando anhídrido carbónico que pasa al aire alveolar y se expulsa mediante la fase espiratoria de la respiración (27,69).

Existen diferentes métodos para determinar la meta, sulfo y carboxihemoglobina, siendo el más usual la espectrofotometría que determina su longitud de onda (70).

LAS PALOMAS COMO SISTEMA DE VIGILANCIA BIOLÓGICO.

Varios sistemas de vigilancia son utilizados para conocer el grado de contaminación en un área determinada. Estos sistemas pueden ser la medición directa del contaminante que se deposita en el suelo o el que se encuentra en el ambiente. Los organismos vivos se han usado no sólo cuando se desea determinar el grado de contaminación, sino además cuándo se quieren conocer los efectos biológicos de los contaminantes (14,15,16,24,28,31,32,34,44,45,55,68).

En las palomas que habitan en la Cd. de México, se han encontrado concentraciones de plomo en pulmón, hígado y riñón de hasta 4.26 ppm, 9.14 ppm y 27.9 ppm respectivamente. Y de cadmio de 0.51 ppm en pulmones, 2.07 ppm en hígado y 11.3 ppm en riñón (55).

PLOMO.

La población general está expuesta al plomo que se encuentra en el aire, el agua y los alimentos. Aproximadamente el 80% del plomo que se encuentra en el aire proviene de la combustión de la gasolina, además de la contaminación por desechos industriales (23,47,48,54,64).

Las manifestaciones severas de la intoxicación por plomo en el humano, comprenden ataxia, malestar general, confusión, dolor de cabeza, convulsiones, cambios de personalidad, debilidad de las extremidades y parestesias en las manos y pies (22,37).

Para detectar neuropatía subclínica en los obreros expuestos ocupacionalmente al plomo y en los niños expuestos prolongadamente a ambientes contaminados, se mide la velocidad del impulso nervioso. Se ha demostrado que en los trabajadores expuestos, la velocidad de la conducción nerviosa está disminuída; esta disminución es mayor en los nervios de los brazos y en las fibras sensoriales, más que en las motoras (18,59).

El plomo produce también alteraciones del funcionamiento renal, que puede ir desde una aminoaciduria hasta una nefropatía crónica, además de problemas cardiovasculares, hematológicos y del tracto gastrointestinal (3,21,22,26,36,41,52).

En los trabajadores de varias industrias, la exposición prolongada a concentraciones altas de plomo, provoca disminución en el número y motilidad de los espermatozoides, así como un aumento en la producción de espermatozoides anormales. Estas alteraciones son reversibles una vez que ha cesado la exposición. En las mujeres expuestas al plomo, se observan disfunciones menstruales, muerte

intrauterina y nacidos vivos con anomalías, aún a niveles subtóxicos (9,25,66).

La intoxicación aguda y severa por plomo durante el primer trimestre del embarazo provoca aborto, probablemente por una acción directa sobre el epitelio coriónico y la musculatura uterina (9). En el segundo y tercer trimestre del embarazo, puede provocar daños físicos y neurológicos en el feto. Sin embargo se supone que las intoxicaciones crónicas por plomo pueden causar daños más severos, debido a que el plomo atraviesa la barrera placentaria y se acumula en el tejido óseo y en el hígado del feto (9,22).

CADMIO.

El cadmio puede ingresar al organismo por ingestión o por inhalación a través del agua, alimentos, polvos y humos. El cuadro de intoxicación aguda se presenta con vómito, diarrea y dolor abdominal. La exposición prolongada del cadmio provoca daño al funcionamiento de los túbulos renales produciendo proteinuria (59,61).

En la población femenina multipara de más de 40 años, se desarrolla una afección (Enfermedad de Itai-Itai) en donde además del daño renal se provoca una alteración en el metabolismo del calcio que se manifiesta como una osteomalacia con osteoporosis. La exposición aguda a polvos y humos que contengan concentraciones elevadas de cadmio provoca neumonitis letal, en tanto que la exposición

prolongada se ha relacionado con enfisema. Experimentalmente se refiere que produce fibrosis pulmonar (17,20,60).

Debido a la ubicuidad del cadmio en los ámbitos urbanos, se calcula que se ingiere entre 15 a 75 μg de cadmio al día. Solo el 6% del cadmio es absorbido. En los fumadores el ingreso de cadmio aumenta, ya que existe de 1 a 2.8 μg de cadmio por cigarro, concentración que depende del sitio del cultivo del tabaco. En sujetos no expuestos ocupacionalmente, el nivel medio de cadmio es para los no fumadores de 2.9 μg de Cd por gramo de sangre y para los fumadores de 4.6 μg de Cd por gramo de sangre (56,62).

Se ha encontrado que el cadmio se acumula en la corteza renal con valores que van de cero en los recién nacidos hasta 30-70 μg por gramo de tejido en adultos mayores de 50 años (19).

El cadmio también se acumula en testículo y en la próstata y existen evidencias epidemiológicas de una mayor incidencia de cáncer prostático en la población ocupacionalmente expuesta (35).

CROMO.

El cromo se usa para producir aleaciones de ferrocromo utilizadas como aditivos en la fabricación de aceros inoxidable, aceros especiales y otras aleaciones, por lo cual está ampliamente distribuido. La contaminación del aire puede provenir de las plantas de ferrocromo, combustión

del carbón mineral, plantas productoras de cemento, procesos de cromados, asbestos y otros (33).

El cromo es un elemento traza esencial para el organismo humano. Unido a la niacina forma el factor de tolerancia a la glucosa y se encuentra en grandes concentraciones en los ácidos ribonucleicos. El cromo VI se absorbe fácilmente a través de las membranas celulares y a nivel del retículo endoplásmico, se reduce a cromo III. Este cromo trivalente tiene la capacidad de formar complejos estables con las macromoléculas celulares (43).

Las pruebas "in vitro" han demostrado que el cromo hexavalente es mutagénico, en tanto que el cromo III no lo es. En la industria productora de cromatos y en la de pigmentos, se ha asociado el incremento en la incidencia del cáncer broncogénico entre los trabajadores con exposición tanto a las formas solubles como a las insolubles del cromo VI (33,43).

La intoxicación aguda por ingestión de cromatos solubles produce daño del tracto gastrointestinal y choque cardiovascular. Como secuelas se observan necrosis hepática y renal y daño al sistema hematopoyético. La dosis letal de cromatos en humanos es de 50 a 70 mg. por kg. de PC (10).

La exposición prolongada al cromo por la vía aérea produce efectos crónicos en pulmones, hígado, riñón, tracto gastrointestinal y sistema circulatorio; el contacto dérmico con cromo produce irritación, alergia y úlceras en

piel y mucosas, llegando a causar perforaciones en el tabique nasal (10).

JUSTIFICACION.

La utilidad del presente estudio surge por el hecho de que las palomas que habitan en la Cd. de México lo hacen en forma permanente y podrían ser utilizadas como sistema de vigilancia del grado de contaminación a través del aire, ya que es conocida su participación en el ecosistema.

Con base en lo expuesto anteriormente y tomando en cuenta la imperiosa necesidad de poner en práctica medidas eficaces para reducir la contaminación atmosférica y conocer el grado de depositación en tejidos, y con ello la determinación de agresión tisular que provoca en los individuos, se plantea lo siguiente:

HIPOTESIS.

Las palomas Columba livia de la Cd. de México presentan alteraciones biológicas por la exposición natural a los contaminantes ambientales.

Si las palomas Columba livia presentan alteraciones tisulares, entonces se pueden proponer como parte de un sistema de vigilancia biológico de la contaminación ambiental de la Cd. de México.

OBJETIVOS.**OBJETIVOS GENERALES.**

Correlacionar los niveles de plomo, cadmio y cromo en encéfalo, pulmón, hígado y riñón de las palomas Columba livia con la procedencia de las mismas.

Establecer si los niveles de metales se asocian a daño tisular.

Conocer las manifestaciones tisulares de las palomas Columba livia para proponerlas como un sistema de vigilancia biológico de la contaminación ambiental en la Cd. de México.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Determinar la concentración de plomo, cadmio y cromo en encéfalo, pulmón, hígado y riñón.

Analizar la estructura histológica de encéfalo, pulmón, hígado y riñón.

Analizar la ultraestructura del pulmón en el Microscopio Electrónico de Barrido.

Cuantificar metahemoglobina, sulfahemoglobina y carboxihemoglobina en sangre total.

MATERIAL Y METODOS.

MUESTREO DE ANIMALES.

El área metropolitana de la Cd. de México se dividió en cinco zonas, dos en el norte, dos en el sur y una en el centro de la ciudad. Como referencias las zonas fueron: En el noroeste Tlalnepantla (T), noreste Sn Felipe (X), en el centro La Merced (M), suroeste El Pedregal de Sn Angel (P) y en el sureste El Cerro de la Estrella (E), de acuerdo a las principales estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Valle de México. (Fig. 1)

La captura de las palomas se efectuó por medio de una red, se mantuvieron en jaulas y se clasificaron de acuerdo al lugar de procedencia, peso y sexo.

En el área metropolitana se muestrearon diez ejemplares de cada zona para dar un total de 50 aves del grupo problema. Se capturaron diez aves, como grupo de referencia, de una región sin contaminación atmosférica aparente con características de altura similares a la Cd. de México. En su caso fue el Mpio. de Ixtlahuaca (I), Edo. de México. (Fig. 2)

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS.

PRUEBAS DE HEMOGLOBINA.

Se tomaron muestras de sangre de las palomas, por punción directa al corazón, diluidas en E.D.T.A., para cuantificar Carboxihemoglobina, Metahemoglobina, Sulfahemo-

globina, Oxihemoglobina y Hemoglobina, por métodos espectrofotométricos (70).

ANALISIS DE PULMON CON MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO (M.E.B.).

Las palomas se sacrificaron por el método de dislocación cervical. Los pulmones de una paloma de cada grupo fueron estudiados con el M.E.B. con la finalidad de buscar partículas contaminantes. La tráquea fue canulada y ésta conectada a un sistema de flujo continuo de agua a 7.5 atm. de presión positiva. La cavidad torácica fue abierta para exponer el corazón y los pulmones. El ventrículo derecho y la vasculatura fueron canuladas con un catéter de teflón. La perfusión de la vasculatura pulmonar se inició con una solución salina al 0.9% heparinizada. Esta perfusión fue seguida por la fijación con glutaraldehído-paraformaldehído amortiguado con cacodilato a pH 7.4, modificado de la solución original de Karnovsky. La perfusión de la vasculatura continuó por 15 minutos, los pulmones y el corazón se disecaron en bloque, la tráquea fue ligada y los pulmones sumergidos en el fijador de Karnovsky modificado a 4 C (4).

Se tomó una muestra de cada pulmón para su estudio con el M.E.B. Los bloques de tejido deshidratado en alcohol etílico fueron secados al punto crítico con dióxido de carbono, y adheridos a discos de carbón, se disecaron los bloques después de montarlos para revelar los bronquios

principales. Después se cubrieron con una capa delgada de oro (Aprox 250 A) en un triodo frío y se estudiaron en un M.E.B. ZEISS DSM 950.

ESTUDIO HISTOLOGICO.

Se realizó la disección de las aves restantes y se tomaron muestras de encéfalo, pulmón, hígado y riñón, de aproximadamente 0.5 cm de grosor y fueron fijadas en formalina al 10% con amortiguador de fosfatos a pH 7.6. Posteriormente fueron procesados para su inclusión en parafina y se hicieron cortes de 5 μ m de grosor que se tiñeron con Hematoxilina y Eosina para su estudio histológico (39).

PRUEBAS QUIMICO-TOXICOLOGICAS.

El resto de los órganos de encéfalo, pulmón, hígado y riñón, se conservaron en cajas de petri a -4 C, hasta su procesamiento para la determinación de plomo, cadmio y cromo, que se efectuó en un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer Mod. 2380). Se tomó aproximadamente un gramo de cada tejido, e incineró a 500 C por 12 h. Las cenizas se suspendieron en 25 ml de HCl 2N. La optimización del aparato se realizó con lámparas específicas para cada elemento y la flama con la combinación de aire y acetileno. La cuantificación de las concentraciones de las muestras estuvo en función con los patrones del aparato (51). La lectura del aparato se multiplicó por la cantidad de ml del

HCl2N y se dividió entre la cantidad de la muestra (peso seco) para dar resultados en partes por millón (ppm).

3.- ANALISIS ESTADISTICO.

El análisis estadístico para los niveles de plomo, cromo y cadmio, se realizó por medio de la técnica ordinaria de Análisis de Varianza descrita por Searle (57). Para cada uno de los metales, se utilizó el modelo de efectos fijos siguiente:

$$Y_{ijkl} = M + L_i + S_j + O_k + (LO)_{ik} + (SO)_{jk} + E(ijk)l$$

donde:

Y_{ijkl} es la concentración de metal encontrado en el k-ésimo órgano de la l-ésima paloma, con el j-ésimo sexo, proveniente de la i-ésima zona.

L_i es el efecto de la localización de donde provenía la muestra $i = 1, 2, \dots, 6$.

S_j es el efecto del j-ésimo sexo de la paloma.

O_k es el efecto del k-ésimo órgano muestreado.

$(LO)_{ik}$, $(SO)_{jk}$ son las dobles interacciones entre los efectos principales.

$E(ijk)l$ es el error aleatorio dentro del modelo E NID $(0, \sigma^2_e)$.

Así mismo, los datos se graficaron para una mejor interpretación visual.

RESULTADOS

MUESTREO DE ANIMALES.

Los resultados que se presentan pertenecen al análisis de 50 palomas de la zona metropolitana, 28 machos con un peso promedio de 286.5 g y 22 hembras con un peso promedio de 248.6 g. Las palomas de la zona de Ixtlahuaca fueron 7 machos con un peso promedio de 291.4 g y 3 hembras con un peso promedio de 290 g.

PRUEBAS DE HEMOGLOBINA.

No se consideraron los resultados de los derivados de la hemoglobina, debido a que las muestras presentaron diferentes grados de hemólisis y los valores obtenidos no fueron confiables. Por tal motivo se realizaron frotis sanguíneos y se tiñeron con el colorante Wrigth, posteriormente se observaron al microscopio de campo claro con objetivo 100X, demostrándose la presencia intraeritrocítica de hemoprotozoarios en el 100% de las palomas y correspondieron a Haemoproteus columbae.

OBSERVACIONES DE PULMON CON EL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO (M.E.B.).

En los pulmones a los que se les realizó éste estudio se observaron partículas contaminantes de 10 hasta 25 μm de longitud en las palomas de Tlalnepantla, Sn Felipe y

La Merced. Sin embargo, no se determinó su origen (Fig. 3,4, y 5).

PRUEBAS DE HISTOLOGIA.

Mediante el estudio histológico se analizaron encéfalo, pulmón, hígado y riñón, y se establecieron diferentes grados de cambios clasificándolos por el grado de severidad, con un número, como leves (1), moderados (2) y severos (3).

En los encéfalos de las palomas de la zona metropolitana e Ixtlahuaca, no se encontraron alteraciones histológicas. En los pulmones se observó antracosis en 47 casos y hemosiderosis en 11 casos. En hígado había hemosiderina en 11 casos. Se encontró infiltración linfocitaria multifocal de diferentes grados en 28 pulmones, 46 hígados y 31 riñones. Un hallazgo en el estudio histológico de un pulmón de paloma de la zona de Tlalnepantla fué la presencia de metaplasia ósea y calcificación en bronquios y parénquima, su causa no fué determinada. Los resultados se muestran en los cuadros 1, 2 y 3.

PRUEBAS QUIMICO-TOXICOLOGICAS.

Tanto para plomo como para cadmio y cromo, hubo diferencias significativas ($P < 0.01$), por localización y por el órgano muestreado, mientras que para el sexo no se mm

presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), en ninguno de los casos.

Los niveles de plomo observados en los riñones fueron los mas altos para las palomas de La Merced con 11.03 ± 7.24 ppm y para las de Tlalnepantla con 8.88 ± 3.74 ppm, los niveles intermedios se observaron en las del Cerro de la Estrella con 6.74 ± 3.39 ppm y El Pedregal de San Angel con 6.45 ± 1.98 ppm y los niveles mas bajos en San Felipe con 4.94 ± 1.33 e Ixtlahuaca con 1.92 ± 1.39 ppm. Los niveles de plomo en los encéfalos fueron para Tlalnepantla de 7.50 ± 2.86 ppm, La Merced 5.35 ± 1.81 ppm, El Pedregal de San Angel 4.87 ± 1.34 ppm, El Cerro de la Estrella 4.62 ± 2.70 ppm, San Felipe 3.54 ± 1.70 ppm e Ixtlahuaca 2.19 ± 1.75 ppm. El plomo en pulmones fué más alto en Tlalnepantla con 4.70 ± 1.65 ppm y La Merced con 3.94 ± 1.69 ppm, los valores intermedios se encontraron en el Pedregal de San Angel, San Felipe y El Cerro de la Estrella con 3.28 ± 1.23 ppm, 3.21 ± 1.92 ppm y 3.09 ± 1.44 ppm respectivamente y los valores mas bajos en Ixtlahuaca con 1.17 ± 0.81 ppm. Los niveles de plomo en higado fueron 4.66 ± 1.39 ppm en el Pedregal de San Angel, 4.49 ± 1.69 ppm en La Merced, 3.99 ± 1.17 ppm en Tlalnepantla, 3.29 ± 1.94 ppm en San Felipe y 3.21 ± 1.76 ppm en El Cerro de la Estrella. Ixtlahuaca tuvo los valores mas bajos de 1.09 ± 0.75 ppm. Los

Las zonas con los niveles más altos de cadmio en riñón fueron, El Pedregal de San Angel con 6.86 ± 3.76 ppm, San Felipe con 6.31 ± 5.33 ppm y El Cerro de la Estrella con 5.77 ± 4.58 ppm, mientras que la más baja observada fué en Ixtlahuaca con 0.91 ± 0.54 ppm, significativamente diferente ($P < 0.05$) a las anteriores y a Tlalnepantla con 4.56 ± 3.60 ppm y la Merced con 3.13 ± 2.17 ppm, siendo estos los niveles intermedios. En cuanto a encéfalo, pulmón e hígado no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en las diferentes zonas de la Cd. de México e Ixtlahuaca. Los resultados se observan en los cuadros 8, 9 y 10 y las figuras 7 y 10.

En cuanto al cromo los niveles más altos se observaron en riñones de Tlalnepantla con 6.07 ± 4.63 ppm, los valores intermedios en El Cerro de la Estrella con 4.80 ± 1.39 ppm, La Merced con 4.64 ± 1.55 ppm y San Felipe con 4.08 ± 1.69 ppm, los niveles mas bajos se encontraron en el Pedregal de San Angel con 2.13 ± 0.94 ppm e Ixtlahuaca con 1.17 ± 0.32 ppm. Las concentraciones promedio de cromo en encéfalo fueron altas para La Merced con 5.25 ± 2.12 ppm y El Cerro de la Estrella con 5.08 ± 1.29 ppm, intermedios para Tlalnepantla con 3.87 ± 1.46 ppm y San Felipe 3.14 ± 1.49 ppm y bajos para el Pedregal de San Angel con 1.58 ± 0.68 ppm e Ixtlahuaca con 1.54 ± 0.49 ppm. Para cromo en pulmones los niveles fueron 3.33 ± 1.02 ppm en El Cerro de la Estrella, 3.04 ± 0.81 ppm en La Merced, 2.72 ± 1.28 ppm en San Felipe, 2.61 ± 1.06 ppm en

Tlalnepantla, 1.59 ± 0.38 ppm en El Pedregal de San Angel y 0.85 ± 0.54 ppm en Ixtlahuaca. Los resultados observados de cromo en hígado fueron bajos en general de 2.30 ± 0.94 ppm en La Merced, 2.20 ± 1.03 ppm en El Cerro de la Estrella, 1.78 ± 0.82 ppm en Tlalnepantla, 1.68 ± 0.95 ppm en San Felipe, 0.91 ± 0.45 ppm en El Pedregal de San Angel y 0.62 ± 0.27 ppm en Ixtlahuaca. Los resultados se observan en los cuadros 12, 13 y 14 y las figuras 8 y 11.

Los cuadros 7, 11 y 15 muestran las medias aritméticas y las desviaciones estandard obtenidos para cada uno de los sexos con respecto a las concentraciones de plomo, cadmio y cromo, en la Cd. de México e Ixtlahuaca. No hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en ninguna de las aves.

En cuanto a los niveles de los distintos metales existentes en órganos, en el cuadro 16 se distingue que el riñón es el órgano mas afectado. En cuanto al plomo el encéfalo tiene los niveles siguientes en importancia y por último el hígado y el pulmón. Para el cadmio el hígado es el siguiente mas afectado, mientras que el encéfalo y el pulmón presentaron los niveles mas bajos. En el cromo el encéfalo está mas afectado después del riñón, seguido por el hígado y el pulmón.

En Ixtlahuaca las concentraciones más altas de plomo se observaron en encéfalo, seguido por riñón, pulmón e

hígado. El cromo presentó niveles similares a los de plomo. El cadmio tuvo los valores más altos en riñón, los niveles intermedios en encéfalo e hígado y los más bajos en pulmón. Los resultados se observan en el cuadro 17 y en la figura 12.

La interacción localización-órgano resultó significativa, se muestra en las figuras 6, 7 y 8. El mayor nivel de plomo fué encontrado en los riñones de palomas obtenidas en la zona de La Merced y en los encéfalos de Tlalnepantla. Los niveles mas altos de cadmio se encontraron en los riñones de palomas provenientes de la zona de El Pedregal de Sn Angel y Sn Felipe. El cromo tuvo sus niveles mas altos en los riñones de palomas obtenidas en la zona de Tlalnepantla seguidos por los encéfalos de las zonas de La Merced y el Cerro de la Estrella.

hígado. El cromo presentó niveles similares a los de plomo. El cadmio tuvo los valores más altos en riñón, los niveles intermedios en encéfalo e hígado y los más bajos en pulmón. Los resultados se observan en el cuadro 17 y en la figura 12.

La interacción localización-órgano resultó significativa, se muestra en las figuras 6, 7 y 8. El mayor nivel de plomo fué encontrado en los riñones de palomas obtenidas en la zona de La Merced y en los encéfalos de Tlalnepantla. Los niveles mas altos de cadmio se encontraron en los riñones de palomas provenientes de la zona de El Pedregal de Sn Angel y Sn Felipe. El cromo tuvo sus niveles mas altos en los riñones de palomas obtenidas en la zona de Tlalnepantla seguidos por los encéfalos de las zonas de La Merced y el Cerro de la Estrella.

CUADRO 1 HISTOLOGIA DE PULMON DE PALOMAS Columba livia
DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	LESION	GRADO			No. DE AVES (+)
		1	2	3	
T	Inf. linfocitaria	1	2	4	7
	Antracosis	1	1	8	10
	Hemosiderosis	5	2	0	7
X	Inf. linfocitaria	1	3	1	5
	Antracosis	9	0	0	9
	Hemosiderosis	0	0	0	0
M	Inf. linfocitaria	3	3	1	7
	Antracosis	7	1	0	8
	Hemosiderosis	0	0	0	0
P	Inf. linfocitaria	4	0	2	6
	Antracosis	4	5	1	10
	Hemosiderosis	3	0	0	3
E	Inf. linfocitaria	2	0	1	3
	Antracosis	4	5	1	10
	Hemosiderosis	0	0	1	1
I	Inf. linfocitaria	3	2	0	5
	Antracosis	0	0	0	0
	Hemosiderosis	1	0	1	2

ZONA

T = TLALNEPANTLA
X = SAN FELIPE
M = LA MERCED
P = EL PEDREGAL
E = CERRO DE LA ESTRELLA
I = IXTLAHUACA

GRADO

1 = LEVE
2 = MODERADO
3 = SEVERO

Inf. = Infiltración

CUADRO 2 HISTOLOGIA DE HIGADO DE PALOMAS Columba livia
DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	LESION	GRADO			No. DE AVES (+)
		1	2	3	
T	Inf. linfocitaria	2	2	6	10
	Hemosiderosis	3	2	1	6
X	Inf. linfocitaria	6	3	1	10
	Hemosiderosis	2	0	0	2
M	Inf. linfocitaria	2	3	2	7
	Hemosiderosis	1	0	1	2
P	Inf. linfocitaria	5	2	2	9
	Hemosiderosis	0	0	0	0
E	Inf. linfocitaria	3	3	4	10
	Hemosiderosis	1	0	0	1
I	Inf. linfocitaria	2	2	1	5
	Hemosiderosis	1	1	0	2

ZONA

T = TLAINEPANTLA
X = SAN FELIPE
M = LA MERCED
P = EL PEDREGAL
E = CERRO DE LA ESTRELLA
I = IXTLAHUACA

GRADO

1 = LEVE
2 = MODERADO
3 = SEVERO

Inf. = Infiltración

CUADRO 3 HISTOLOGIA DE RIÑON DE PALOMAS Columba livia
DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	LESION	GRADO			No. DE AVES (+)
		1	2	3	
T	Inf. linfocitaria	6	1	0	7
X	Inf. linfocitaria	4	2	1	7
M	Inf. linfocitaria	3	3	0	6
P	Inf. linfocitaria	7	1	0	8
E	Inf. linfocitaria	1	2	0	3
I	Inf. linfocitaria	2	1	0	3

ZONA

T = TLAINEPANTLA
X = SAN FELIPE
M = LA MERCED
P = EL PEDREGAL
E = CERRO DE LA ESTRELLA
I = IXTLAHUACA

GRADO

1 = LEVE
2 = MODERADO
3 = SEVERO

Inf. = Infiltración

CUADRO 4 CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	7.50	2.86	4.70	1.65	3.99	1.17	8.88	3.74
X	3.54	1.70	3.21	1.92	3.29	1.94	4.94	1.33
M	5.35	1.81	3.94	1.69	4.49	1.69	11.03	7.24
E	4.62	2.70	3.09	1.44	3.21	1.76	6.74	3.39
P	4.76	1.34	3.28	1.23	4.66	1.39	6.45	1.98
I	2.19	1.75	1.17	0.81	1.09	0.75	1.92	1.39

CUADRO 5 CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia MACHOS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E..	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	3.65	0.22	3.51	0.01	2.90	0.48	5.03	2.43
X	3.65	2.59	3.28	2.89	3.32	3.07	5.80	1.61
M	5.86	1.83	4.75	1.37	4.44	1.99	10.65	7.13
E	4.97	2.57	3.09	1.61	3.03	1.27	6.13	3.18
P	4.60	1.49	3.10	1.45	4.85	1.51	6.55	2.47
I	2.72	1.85	1.41	0.83	1.29	0.81	1.57	1.00

CUADRO 6 CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia HEMBRAS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	8.60	2.13	5.04	1.73	4.31	1.13	9.98	3.36
X	3.45	0.84	3.15	1.05	3.26	0.67	4.26	0.52
M	4.94	1.90	3.30	1.77	4.53	1.65	11.33	8.15
E	3.38	3.81	3.11	1.00	3.83	3.76	8.86	4.47
P	5.09	0.31	3.66	0.69	4.26	1.82	6.25	0.53
I	0.95	0.46	0.61	0.55	0.64	0.39	2.73	2.06

CUADRO 7 CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia MACHOS Y HEMBRAS.

DE MEXICO	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
MACHOS	4.54	0.93	3.54	0.69	3.71	0.88	6.83	2.20
HEMRAS	5.09	2.12	3.65	0.80	4.04	0.64	8.14	2.86
IXTLAHUACA								
MACHOS	2.72	1.85	1.41	0.83	1.29	0.81	1.57	1.00
HEMRAS	0.95	0.45	0.61	0.55	0.64	0.39	2.73	2.06

CUADRO 8 CONCENTRACION PROMEDIO DE CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	0.54	0.07	0.35	0.09	0.71	0.20	4.56	3.60
X	0.98	0.36	0.78	0.41	0.82	0.25	6.31	5.33
M	1.32	0.14	0.71	0.13	1.07	0.35	3.13	2.17
E	0.81	0.30	0.49	0.18	0.94	0.51	5.77	4.58
P	0.68	0.09	0.59	0.51	1.66	0.59	6.86	3.72
I	0.60	0.21	0.30	0.64	0.40	0.12	0.91	0.54

CUADRO 9 CONCENTRACION PROMEDIO DE CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia MACHOS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	0.43	0.06	0.41	0.04	0.52	0.04	2.25	0.32
X	0.97	0.36	0.90	0.52	0.77	0.33	7.29	7.06
M	1.24	0.17	0.74	0.12	0.99	0.33	2.07	0.35
E	0.73	0.25	0.50	0.27	0.75	0.29	3.54	1.42
P	0.66	0.10	0.68	0.57	1.74	0.70	8.27	3.83
I	0.65	0.06	0.27	0.02	0.45	0.10	0.94	0.32

CUADRO 10 CONCENTRACION PROMEDIO DE CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia HEMBRAS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	0.57	0.04	0.33	0.09	0.76	0.20	5.22	3.87
X	0.99	0.39	0.68	0.52	0.86	0.30	5.53	4.22
M	1.39	0.08	0.68	0.14	1.13	0.39	3.97	2.71
E	1.06	0.43	0.45	0.10	1.62	0.63	13.56	0.39
P	0.73	0.06	0.42	0.05	1.51	0.34	4.03	0.87
I	0.47	0.41	0.36	0.09	0.28	0.02	0.86	1.00

CUADRO 11 CONCENTRACION PROMEDIO DE CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS MACHOS Y HEMBRAS.

DE MEXICO	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
MACHOS	0.81	0.31	0.65	0.19	0.95	0.46	4.68	2.90
HEMRAS	0.95	0.31	0.51	0.16	1.17	0.35	6.46	4.02
IXTLAHUACA								
MACHOS	0.65	0.06	0.27	0.02	0.45	0.10	0.94	0.32
HEMRAS	0.47	0.41	0.36	0.09	0.28	0.02	0.86	1.00

CUADRO 12 CONCENTRACION PROMEDIO DE CROMO (ppm) EN ORGANOS
PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO E
IXTLAHUACA.

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	3.87	1.42	2.61	1.06	1.78	0.82	6.07	4.63
X	3.14	1.49	2.72	1.28	1.68	0.95	4.08	1.69
M	5.25	2.12	3.04	0.81	2.30	0.94	4.64	1.55
E	5.08	1.29	3.33	1.02	2.20	1.03	4.80	1.39
P	1.64	0.68	1.59	0.38	0.91	0.45	2.13	0.94
I	1.54	0.49	0.85	0.54	0.62	0.27	1.17	0.32

CUADRO 13 CONCENTRACION PROMEDIO DE CROMO (ppm) EN ORGANOS
DE PALOMAS Columba livia MACHOS DE LA CD. DE
MEXICO E IXTLAHUACA

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	4.60	1.58	3.95	0.68	2.49	0.09	6.76	0.96
X	3.78	1.66	2.72	1.49	2.05	1.22	4.08	2.30
M	4.45	2.16	3.08	1.19	2.58	1.15	4.24	1.73
E	5.08	1.38	3.36	1.14	2.18	1.08	4.99	1.45
P	1.60	0.74	1.56	0.44	0.98	0.56	2.15	1.13
I	1.61	0.59	1.01	0.56	0.73	0.23	1.32	0.23

CUADRO 14 CONCENTRACION PROMEDIO DE CROMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia HEMBRAS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

ZONA	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
T	3.67	1.43	2.23	0.82	1.57	0.82	5.87	5.31
X	2.64	1.27	2.73	1.27	1.38	0.68	4.08	1.31
M	5.90	2.07	3.01	0.51	2.07	0.80	4.96	1.50
E	5.09	1.39	3.25	0.81	2.26	1.20	4.16	1.27
P	1.73	0.59	1.65	0.31	0.79	0.10	2.08	0.60
I	1.40	0.06	0.48	0.24	0.36	0.14	0.80	0.18

CUADRO 15 CONCENTRACION PROMEDIO DE CROMO (ppm) EN ORGANOS PALOMAS Columba livia MACHOS Y HEMBRAS.

DE MEXICO	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
MACHOS	3.90	1.36	2.93	0.89	2.06	0.64	4.44	1.66
HEMRAS	3.80	1.53	2.57	0.63	1.61	0.61	4.23	1.40
IXTLAHUACA								
MACHOS	1.61	0.59	1.01	0.56	0.73	0.23	1.32	0.23
HEMRAS	1.40	0.06	0.48	0.24	0.36	0.14	0.80	0.18

CUADRO 16 CONCENTRACIONES DE PLOMO, CROMO Y CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO.

METAL	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
PLOMO	5.15	1.46	3.65	0.67	3.93	0.66	7.61	2.37
CROMO	3.80	1.48	2.66	0.69	1.77	0.50	4.34	1.43
CADMIO	0.87	0.30	0.58	0.17	1.04	0.37	5.32	1.49

CUADRO 17 CONCENTRACIONES DE PLOMO, CROMO Y CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE IXTLAHUACA.

METAL	ENCEFALO		PULMON		HIGADO		RIÑON	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
PLOMO	2.19	1.75	1.17	0.81	1.09	0.75	1.92	1.39
CROMO	1.54	0.49	0.85	0.54	0.62	0.27	1.17	0.32
CADMIO	0.60	0.21	0.30	0.64	0.40	0.12	0.91	0.54

CUADRO 18 NIVELES COMPARATIVOS DE PLOMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia REPORTADO POR DIFERENTES INVESTIGADORES.

ORGANO	HUTTON (1983) Inglaterra	ROSILES (1986) México	DELGADO (1991) México
ENCEFALO	12.00	NE	7.50
PULMON	NE	4.26	4.70
HIGADO	21.60	9.14	4.66
RIÑON	321.00	27.9	11.03

NE= NO ESPECIFICADO

CUADRO 19 NIVELES COMPARATIVOS DE CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia REPORTADO POR DIFERENTES INVESTIGADORES.

ORGANO	HUTTON (1983) Inglaterra	ROSILES (1986) México	DELGADO (1991) México
ENCEFALO	0.47	NE	1.32
PULMON	NE	0.51	0.78
HIGADO	9.48	2.07	1.66
RIÑON	50.70	11.3	6.86

NE= NO ESPECIFICADO

FIGURA 1.
RED AUTOMÁTICA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO

VALLE DE MEXICO

(ESTACIONES PRINCIPALES)

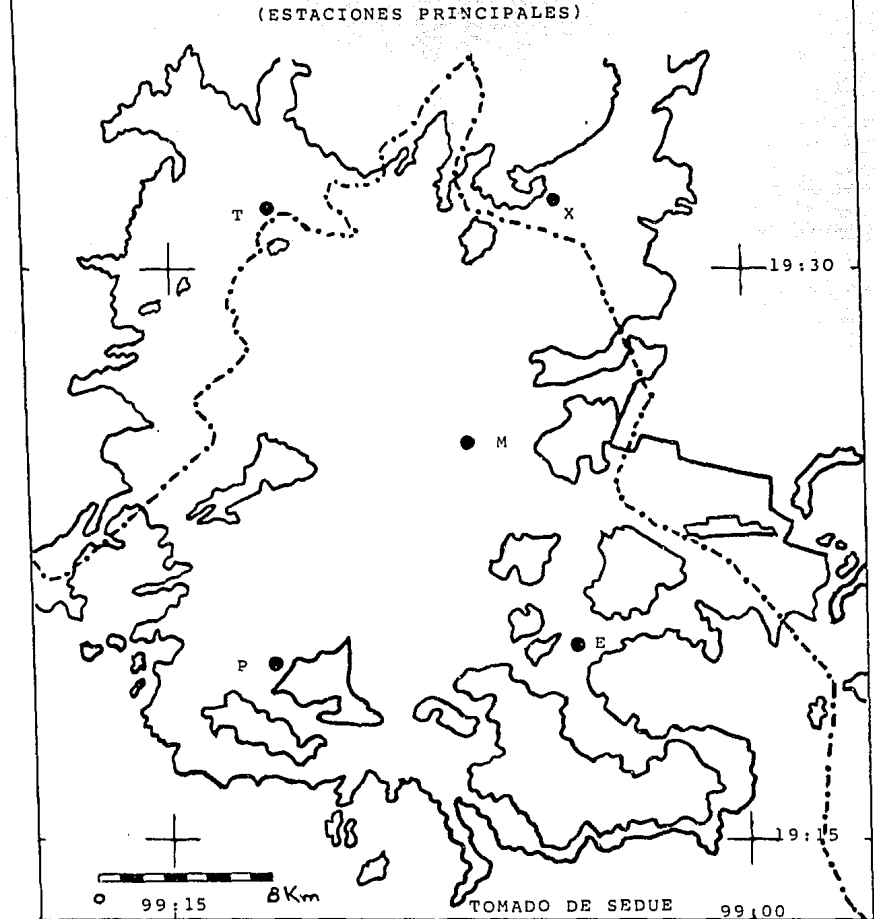


FIGURA 2. MAPA DE LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE IXTLAHUACA, EDO. DE MEX.

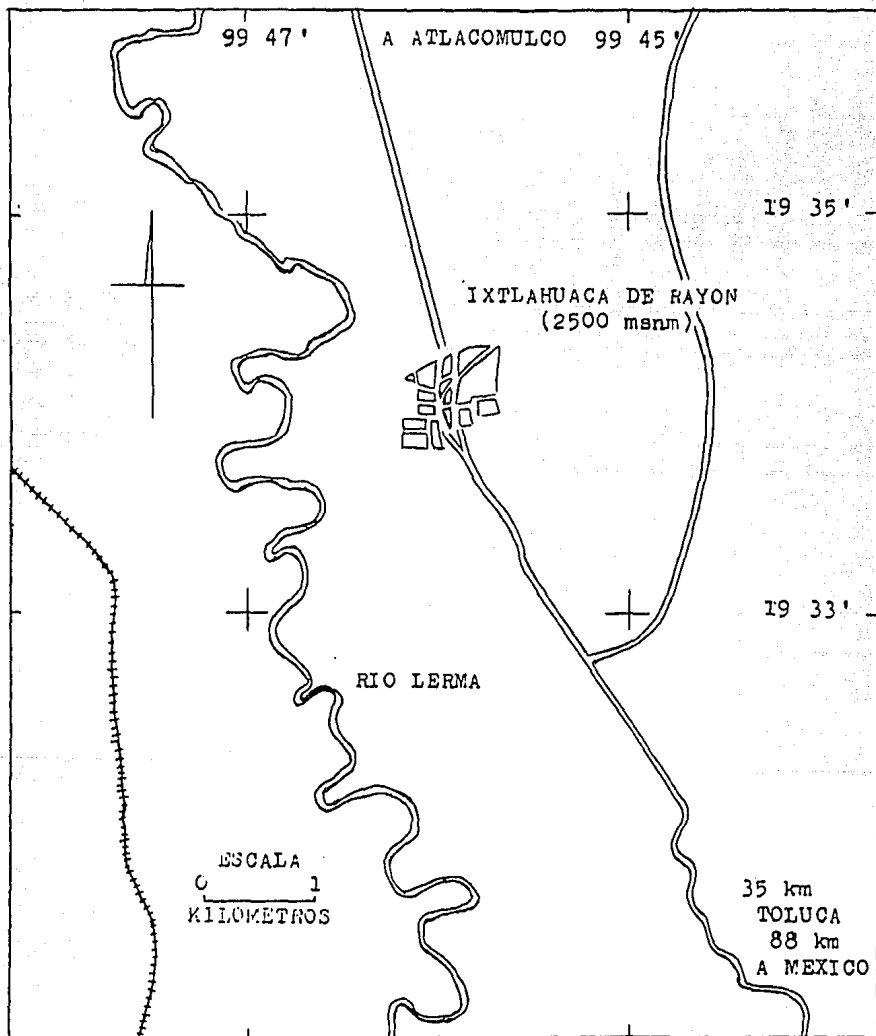




FIGURA 3 Partícula de $5 \times 2 \times 12 \mu\text{m}$ que se encontró en un pulmón de paloma de la zona de Tlalnepantla.
. MEB 1200 X.



FIGURA 4 Partícula de $2 \times 20 \mu\text{m}$ que se encontró en un pulmón de paloma de la zona de San Felipe.
MEB 2400 X.



FIGURA 5 Partícula de $2 \times 30 \mu\text{m}$ que se encontró en un pulmón de paloma de la zona de La Merced.
MEB 6000 X.

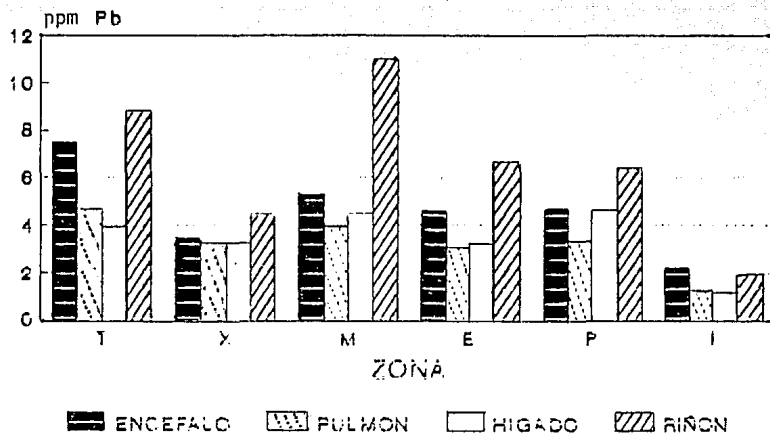


FIGURA 6 CONCENTRACIONES DE PLOMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA, POR ZONA

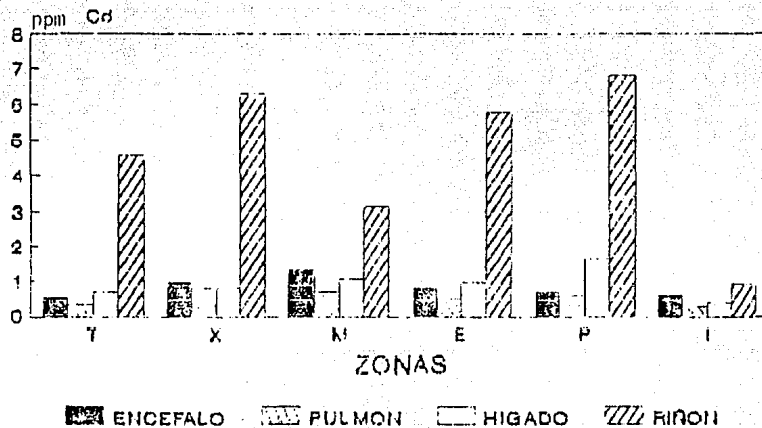


FIGURA 7 CONCENTRACIONES DE CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA POR ZONA.

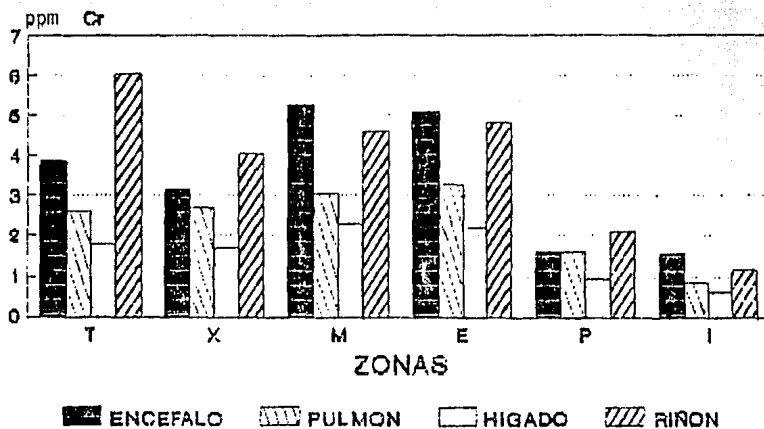


FIGURA 8 CONCENTRACIONES DE CROMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA POR ZONA

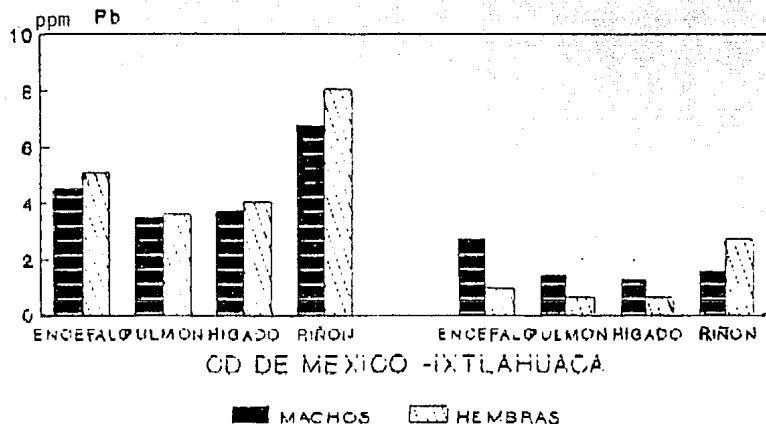


FIGURA 9 CONCENTRACIONES DE PLOMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS *Columba livia* MACHOS Y HEMBRAS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

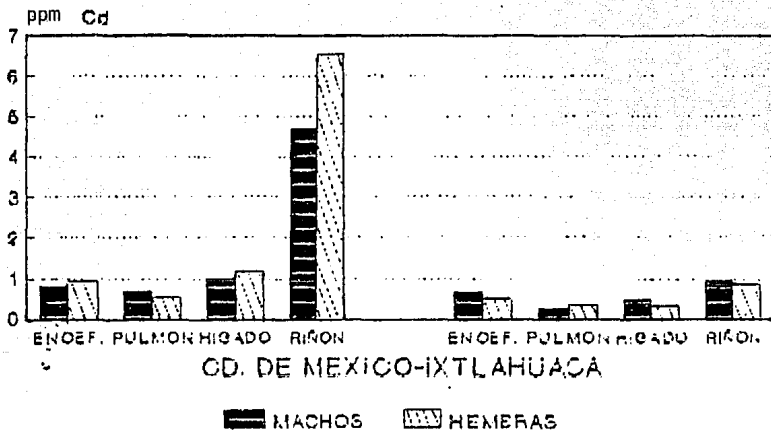


FIGURA 10 CONCENTRACIONES DE CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS *Columba livia* MACHOS Y HEMBRAS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

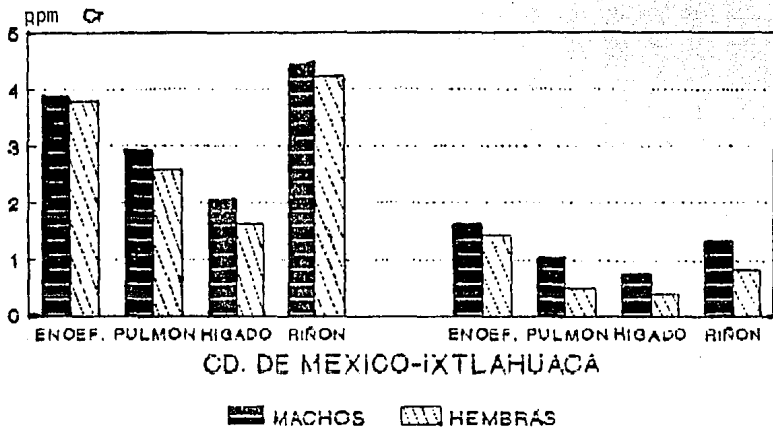


FIGURA 11 CONCENTRACIONES DE CROMO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS *Columba livia* MACHOS Y HEMBRAS DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

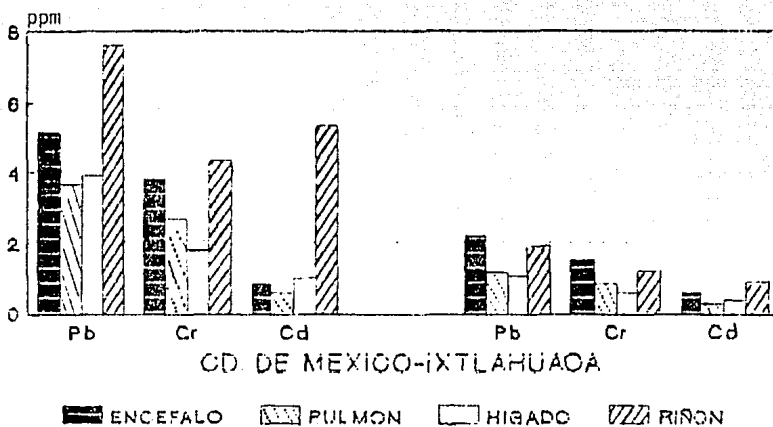


FIGURA 12 CONCENTRACIONES DE PLOMO, CROMO Y CADMIO (ppm) EN ORGANOS DE PALOMAS Columba livia DE LA CD. DE MEXICO E IXTLAHUACA.

VI. DISCUSION.

En los últimos años las palomas se han utilizado como un sistema de vigilancia biológico de la contaminación ambiental por metales pesados que se encuentran en el aire. Sin embargo la información existente en México es escasa y la mayoría de los reportes solo describen el grado de exposición a plomo. (14,15,16,24,28,31,32,34, 42,44,45,55,68)

En Baltimore, Maryland, U.S.A., Dement y col. informaron niveles de plomo en hígado de palomas urbanas de 3.48 ppm y en riñón de 9.53 ppm y en palomas de lugares alejados de contaminación ambiental en hígado 0.43 ppm y en riñón de 0.5 ppm. (14,15).

Estudios realizados por Walser, Grimm y Drasch en diferentes épocas en Munich, Alemania, encontraron niveles de plomo en hueso de hasta 49.5 ppm y correlacionaron los niveles de plomo con la cantidad de automóviles por día en diferentes sitios y concluyeron que la paloma es el animal casi ideal para medir la contaminación ambiental de plomo. La principal razón es que esta especie es completamente estacionaria (16,28,68).

El plomo presente en pulmones y tracto digestivo se incrementa progresivamente con la densidad de autos de motor y paralelo con los niveles de plomo en la atmósfera (14,15,16,24,28,68).

El tracto respiratorio como ruta para la entrada de plomo a la paloma es tres veces mayor que la ruta digestiva y

esto permite que la paloma sea utilizada en las ciudades indicadas con altas concentraciones del metal, para su medición (44,45).

En un estudio hecho por Ohi de 1971 a 1980, en Tokio, la paloma fue mejor indicador del plomo que los indicadores atmosféricos automatizados (44,45).

Se han utilizado otros animales como indicadores biológicos de la contaminación ambiental. Rosiles y col. informan niveles de plomo en perros de la Cd. de México, en encéfalo de 2.35 hasta 7.94 ppm en animales de 1.5 a 5 años, en riñón de 6.2 a 17.5 ppm y en pelo de 27.7 a 39.7 ppm. (1).

En halcones (Falcon peregrinis) en Baltimore, Maryland, U.S.A., Dement y col. notifican niveles de plomo de 0.74 ppm en hígado y de 1.4 ppm en riñón (14).

En la Cd. de México en 1987, Rosiles y col. reportaron niveles de plomo en tejidos de palomas, en pulmón de 4.26 ppm, en hígado de 9.14 ppm y en riñón de 27.9 ppm. y de cadmio de 0.51 ppm en pulmón, 2.07 ppm en hígado y de 11.3 ppm en riñón, semejantes a los referidos en este trabajo (55). Cuadros 18 y 19.

En estudios hechos por Hutton y col., en tejidos de palomas en diferentes zonas de Inglaterra, Hutton y col. notifican niveles de plomo en encéfalo de 12 ppm, en hígado de 21.6 ppm, en riñón de 321.4 ppm y en hueso de 669.2 ppm. y niveles de cadmio en encéfalo de 0.47 ppm, en hígado de 9.48 ppm y en riñón de 50.7 ppm. Los niveles aumentaron conforme

se acercaban al centro de la ciudad en Londres (31,32). Cuadros 18 y 19.

En el presente estudio se informan los niveles de plomo, cromo y cadmio, en tejidos de palomas, encontrados en diferentes zonas del área metropolitana de la Cd. de México e Ixtlahuaca. Debido al tamaño de los órganos de estas aves, únicamente fué posible realizar la determinación de estos tres metales, sin embargo es recomendable seguir el estudio de los diferentes metales de interés toxicológico.

En encéfalo los mayores niveles de plomo fueron de 7.50 ± 2.86 ppm, Hutton menciona 12.00 ppm en Inglaterra. Los mayores niveles de plomo en hígado fueron de 4.66 ± 1.39 ppm, Rosiles reportó 9.14 ppm y difieren de los encontrados por Hutton que fueron 21.6 ppm. En pulmón, los niveles mayores de plomo se encontraron de $4.70 \pm$ ppm, similares hallazgos informa Rosiles con 4.26 ppm. Los mayores niveles de plomo en riñón de 11.03 ppm, también difieren de los encontrados por Hutton de 321.4 ppm y Rosiles de 27.9 ppm (31,55). Cuadro 18.

Las concentraciones promedio mayores de cadmio encontrados en el presente estudio fueron para el encéfalo de 1.32 ppm, Hutton reportó 0.47 ppm. Para el pulmón 0.78 ppm, Rosiles reportó 0.51 ppm. Para el hígado 1.66 ppm. difieren de los encontrados por Rosiles de 2.07 ppm y Hutton 9.48 ppm. Para el riñón 6.86 ppm, Rosiles indica 11.3 ppm y Hutton 50.7 ppm (31,55). Cuadro 19.

Los resultados obtenidos de las mayores concentraciones de cromo fueron para el encéfalo de 5.25 ppm, el pulmón 3.33 ppm, el hígado 2.30 ppm y el riñón 6.07 ppm.

En este trabajo se observa que la significancia se debió basicamente a las concentraciones obtenidas en Ixtlahuaca ya que siempre presentó los valores más bajos. En los niveles de plomo observados, en la Cd. de México, las zonas más afectadas fueron La Merced y Tlalnepantla, las zonas intermedias El Pedregal y El Cerro de la Estrella, El nivel bajo se observó en San Felipe. Para el cadmio las zonas con niveles altos fueron El Pedregal de San Angel, San Felipe y El Cerro de la Estrella y los más bajos fueron para La Merced y Tlalnepantla.

En cuanto al cromo, los niveles más altos se encontraron en las palomas del Cerro de la Estrella, La Merced, Tlalnepantla y San Felipe, mientras que las más bajas se registraron en el Pedregal de San Angel, similares a Ixtlahuaca.

Por otra parte, los valores obtenidos de las pruebas de los derivados de la hemoglobina fueron extremadamente diferentes de un ave a otra. Las muestras de sangre presentaron diferentes grados de hemólisis, se realizaron frotis directos de sangre periférica tomados por punción a la vena alar y se observó Haemoproteus columbae intraeritrocitarios en el 100% de las aves. Está comprobado

que este hemoprotozoario produce hemólisis severa, por lo cual la determinación y los valores de la hemoglobina y sus derivados estuvieron alterados y se excluyeron del estudio (30).

Los hallazgos al estudio histológico fueron principalmente la presencia de focos de infiltración de linfocitos en pulmón, hígado y riñón en diferentes grados, que sugieren la exposición crónica a antígenos, además de hemosiderina en pulmón e hígado. Tanto el infiltrado linfocitario como la hemosiderina coinciden con la presencia del hemoprotozoario, el cual actúa como un estímulo antigénico crónico y como causante de la lisis de los eritrocitos, ya que es un parásito intracelular obligado (30).

Los resultados observados en los pulmones a los que se les realizó análisis de Microscopía Electrónica de Barrido, fueron la presencia de partículas contaminantes. Sin embargo, no se determinó que fueran cuerpos ferruginosos, ya que éstos se forman a partir de una interacción entre el macrófago alveolar y la partícula contaminante, unida con el hierro procedente de la destrucción de los eritrocitos (11,13,49).

Se concluye en este trabajo que los niveles de plomo, cromo y cadmio no presentaron diferencias estadísticas significativas entre machos y hembras y el órgano con mayor concentración de estos metales fué el riñón en ambos sexos.

Las aves más afectadas resultaron ser las de La Merced, zona que se encuentra en el centro de la ciudad y presenta un gran movimiento de automóviles, además de que se acumulan los contaminantes por falta de corrientes de aire (67).

Los niveles de plomo, cromo y cadmio encontrados en este estudio, son ligeramente más bajos que los reportados por Rosiles en 1986 y muy altos con respecto a la zona de referencia, que fue el Mpio. de Ixtlahuaca, Edo. de Mex. (55)

El estudio demuestra que las palomas de un ambiente urbano contaminado pueden acumular elevadas concentraciones de estos metales, como en el caso de la Cd. de México. En contraste los hallazgos en las palomas de la zona de Ixtlahuaca, tomando en cuenta que es un lugar con escaso tránsito vehicular y sin fábricas contaminadoras, muestran una bioacumulación inferior de plomo, cromo y cadmio en sus tejidos.

La exposición al humo de las fábricas, donde se usan como materia prima estos metales, será siempre nocivo para la salud tanto humana como animal. La acumulación en los tejidos de las aves llama la atención para el potencial daño de niños que ingieren polvos en áreas urbanas.

La habilidad de las palomas para acumular y concentrar en su organismo metales pesados, es considerada como una característica deseable para ser un organismo

indicador y esto puede facilitar la revisión periódica de la contaminación por estos metales en un ambiente urbano (16,28,44,68).

Los hallazgos histopatológicos, el estudio de microscopía electrónica de pulmon, y de la hemoglobina no establecen que el plomo, cromo y cadmio produzcan lesiones tisulares específicas. Sin embargo, el estudio Químico - Toxicológico permite proponer a las palomas Columba livia como parte de un Sistema de Vigilancia Biológico de la Contaminación Ambiental de la Cd. de México.

LITERATURA CITADA

- 1.- Alcazar, C.P., Rosiles, M.R., Fuentes, H.V.: Concentraciones de plomo en encéfalo, riñón y pelo de perros del D.F. Vet. Mex. 19:217-220. (1988).
- 2.- Aldrige, W.N.: Mechanism of toxicity. Pharmacological Sciences. 2: 228. (1981).
- 3.- Barry, PSI.: Concentrations of lead in the tissues of children. Brit. J. of Ind. Med. 38:61-71.(1981).
- 4.- Brody, A.R., Rose, M.W., Evans, J.N. and Davis, G.S.: Deposition translocation of inhaled silica in rats. Lab. Invest. 47. 6: 533-542. (1982)
- 5.- Buck, W.B.: Toxicología Veterinaria y Clínica Diagnóstica. Acribia, España. 1982
- 6.- Celis, A., Diaz, J., Goriocica, D. y Cano, F.: Enfisema pulmonar y contaminación ambiental. Neumol. Cir. Torax Mex. 29: 135-141. (1968).
- 7.- Cicero, S.R., Alonso, P., Ramirez, E. y Chávez, J.E.: Mesoteliomas pleurales. Estudio clinicopatológico de 19 casos. Gaceta Med. Mex. 106: 37-47. (1973).
- 8.- CONADE. Inversión Térmica. Comisión Nacional de Ecología. Folleto. Mexico D.F. 1986.
- 9.- Coro, A.R.M., Amoedo, M.M.: Efectos teratogénicos del plomo. Inst. de Cardio. y Cir. Cardio. de Cuba. 115-128. (1977).
- 10.- Chromium. Washington, D.C.: National Academy of Sciences. 1974.
- 11.- Churg, A.M. and Warnock, M.L.: Asbestos and other ferruginous bodies. Their formation and clinical significance. Am. J. Pathol. 102: 447-456. (1981).
- 12.- Churg, A.M.: Fiber counting and analysis in the diagnosis of asbestos related disease. Hum. Pathol. 13: 381-392. (1982).
- 13.- De Buen de A., N., Alonso de R., P. y, Orozco, E.H.: Cuerpos ferruginosos en pulmón de perro. Neumol. Cir. Torax Mex. 45:39-42. (1984)

- 14.- Dement, S.H., Chrisolm, J.R., Barber, J.C., Strandberg, J.D.: Lead exposure in an urban peregrine falcon (Falco peregrinus) and its avian prey. J. Wildl. Dis. 22:238- (1986)
- 15.- Dement, S.H., Chrisolm, J.R., Eckhaus, M.A. and Strandberg, J.D. Toxic lead exposure in the urban Rock Dove. J. Wildl Dis. 23:273-278. (1987).
- 16.- Drasch, G.A., Walser, D. and Kosters, J.: The urban pigeon (Columba livia, forma urbana) a biomonitor for the lead burden of the environment. Environ. Monit. and Asses. 9(3):223-232. (1987)
- 17.- Fassett, D.W.: Cadmium: Biological effects and occurrence in the environment. Environ. and Ind. Toxic. 425-435. (1975)
- 18.- Feldman, R.G., Haddow, J. and Chilsonm, J.J.: Chronic lead intoxication in urban children. New developments in electromyography and clinical neurophysiology. In: J.E. Desmedt, Ed. S. Karger Basel. 313-317. 1973.
- 19.- Fleischer, M.: Environmental impact of cadmium. A review by the panel hazardous trace substances. Environ. Healt Perspec. 7:254-323. (1974).
- 20.- Fortoul, T.I.: Mecanismos de lesión por algunos contaminantes. Cadmio y su acción sobre pulmón. Tesis de Maestría. Fac. Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1984.
- 21.- García, E.R.M., Rosiles, M.R. y Brizio, R.E.: Informe de un caso de intoxicación por plomo en un perro. Vet. Mex. 17:31-34. (1986).
- 22.- García, V.A., Flores, A.S., Cervantes, J.J.: Intoxicación crónica por plomo. Presentación de un caso. Revisión de aspectos biológicos, diagnósticos y terapéuticos. Rev. Med. Hosp. Gral. 43:386-388. (1980).
- 23.- García M.E., Junco, M.P., Molina, B.G., Arrieta, A.N.: Efectos tóxicos por impurezas de plomo encontradas en fábricas de aluminio. Rev. Med. I.M.S.S. (Mex) 19: 561-565. (1981).
- 24.- García, M.T.A., Martínez, C.E. and Corpas, V.I.: Lead levels of feral pigeons (Columba livia) from Madrid (Spain). Environ. Pollut. 54(2) 89-96. (1988)

- 25.- Garza, Ch. R., Leal, G.C., Sánchez, A. F.: Genética de poblaciones del Estado de Nuevo Leon, México. II. Frecuencia de marcadores genéticos y su posible relación con daños cromosómicos en personas expuestas a plomo. Arch. Invest. Med. (Mex) 11: 547-559. (1980).
- 26.- Gil, R. y Lizano, J.: Saturnismo: Valores normales de plomo y otros parámetros de biosíntesis del hemo en niños y adultos. 26-47.
- 27.- Goodman, A.G. and Gilman, A.: Las bases farmacológicas de la terapéutica. 6th. Ed. Interamericana, México, D.F. 1982.
- 28.- Grimm, F., Walser, D. and Koters, J.: Lead exposure of urban pigeon in Munich. Verhandlungsbericht des Internationalen Symposiums über die Erkrankungen der Zootiere. 27:237-241. 1985.
- 29.- Harkov, R.: Toxic air pollutants. Assessing their importance. Sci. Total Environ. 26:67-85.(1982).
- 30.- Hodges, R.D. The histology of the fowl. The respiratory system. Academic Press. London. 1974
- 31.- Hutton, M., Goodman, G.T.: Metal contamination of feral pigeons Columba livia from the London area: Part 1- Tissue accumulation of lead, cadmium and zinc. Environ. Pollut. (Serie A) 22:207-217. (1980).
- 32.- Hutton, M.: Metal contamination of feral pigeon Columba livia from the London area: Part 2- Biological effects of lead exposure. Environ. Pollut. (Serie A). 22:281-293. (1980)
- 33.- International Agency for Research on Cancer. Some metals and metallic compounds. Lyon: monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. IARC. 23. 1980.
- 34.- Kendall, R.J., Morehead, W.B., Jones, J.T. and Scanlon, P.F.: Tissue lead concentrations and blood characteristics of Rock Doves Columba livia. 58th Annual Meeting of the Virginia Academy of Science. Charlottesville, Va., U.S.A.. 1980.
- 35.- Kjellstrom, T., Friberg, L. and Rahnster, B.: Mortality and cancer morbidity among cadmium exposed workers. Environ. Health Perspec. 28:199-204. (1979).

- 36.- Legaspi, J.A.: Niveles de plomo en sangre, en población general del Valle de México. Estudio Preliminar. Gaceta Medica de México. 124:375-380. (1988).
- 37.- Lillis, R.: Prevalence of lead disease among secondary lead smelter workers and biological indicators of lead exposure. Environ. Res. 14:255-285. (1977).
- 38.- Lopez, M.A. Prior, M., Yong, S., Albassam, M. and Lillie, L.E.: Biochemical and cytologic alterations in the respiratory tract of rats exposed for 4 hours to Hydrogen Sulfide. Fund. and Appl. Toxic. 9:753-762. (1987)
- 39.- Luna, L.G.: Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd Ed. Mac Graw Hill. 1986.
- 40.- Mitchell, R.S., Judson, F.N., Moulding, T.S., Weiser, P. Brock, L.L., Keible, D.L. and Pollard, J.: Health effects on urban air pollution. Special considerations of areas at 1500 m and above, J. Am. Med. Assoc. 424: 1163-1168. (1979).
- 41.- Montoya, C.M., Maldonado, T.L., Landazuri, L.P., Montes, A.F. y Margain, C.J.: Determinacion de plomo en la sangre del cordón umbilical en recién nacidos normales. Arch. Invest. Med. (Mex.). 12:457-462. (1981).
- 42.- Murton, R.K., Thearle, R.J. and Thompson, J.: Ecological studies of the feral pigeons Columba livia var 1 Population breeding biology and methods of control. J. Appl. Ecol. 9: 835-874. (1972).
- 43.- Norset, T.: The carcinogenicity of Chromium. Environ. Health Perspec. 40: 121-130. (1981).
- 44.- Ohi, G., Seki, H., Minowa, K., Mizoguchi, I. and Sugimori, F.: Acute lead poisoning of the pigeon Columba livia Induced by single intraperitoneal administration of lead acetate. Arch. Toxicol. 46(3-4) 265-272. (1980).
- 45.- Ohi, G., Seki, H., Minowa, K., Ohsawa, M., Mizoguchi, and Sugimori, F.: Lead pollution in Tokio The pigeon Columba livia reflects its amelioration. Environ. Res. 26(1): 125-129. (1981).
- 46.- Ordoñez, B.R.: Contaminación atmosférica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Neumol. Cir. Torax Mex. 34: 257-271. (1973).

- 47.- Orozco, G.A., Gamboa, M.J.: Intoxicación por fenotiazinas enmascarando intoxicación por plomo. Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. 40 (5) (1983).
- 48.- Oyanguren, C.: Índices biológicos en la exposición a plomo. Boletín del Instituto de Salud Pública de Chile. 24:188-190. (1983).
- 49.- Osornio, V.A. : Identificación de partículas contaminantes, atmosféricas como patógenos pulmonares en México. Tesis de Maestría. Fac. de Med. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1985.
- 50.- Pacheco, C. y Maldonado, L.: El pulmón y las enfermedades de trabajo. Simposio Syntex. La Medicina del trabajo en México. México, D.F.. 1979.
- 51.- Perkin Elmer: Analytical Methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer. Norwalk, Connecticut, U.S.A.1982.
- 52.- Plomo: Publicación del programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente y Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.: OPS. 1979.
- 53.- Rivero, O.: Contaminación atmosférica. Daños de la salud. Neumol. Cir. Torax Mex. 36: 73-83. (1975).
- 54.- Rosiles, M.R., López, R., Rivas, V. y Díaz, R.: Presencia de plomo en drenaje, en hojas y en pasto en los alrededores de una fábrica de baterías para automóviles. Vet. Mex. 16:235-238. (1985).
- 55.- Rosiles, M.R. y López, R.: Las palomas Columba livia como sistema de vigilancia de la contaminación ambiental por plomo en la Cd. de México. Memorias de la 2a. reunión de investigadores universitarios en contaminación ambiental. Fac de Med. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1987.
- 56.- Saldivar, de R.L.; Luna, M.; Reyes, E.; Soto, R. and Fortoul, T.I.: Cadmium determination in Mexican -Produced Tobacco. Environ. Res. 55:91-96. (1991).
- 57.- Searle, S.R.: Linear Models. John Wiley and Sons. New York. 531 pp. 1971.

- 58.- SEDUE. La contaminación atmosférica en el Valle de México. Dirección General de Promoción y Participación Comunitaria de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México, D.F. 1987.
- 59.- Seppalainen, A.M., Hernberg, S.: A follow up study of nerve conduction velocities in lead exposed workers Neurobe. at toxic. and terat. 4: 721-723. (1983).
- 60.- Shigematsu, I., Minowa, M., Yoshida, T. and Miyamoto, K.: Recent results of health examinations on the general population in cadmium polluted and control areas in Japan. Environ. Health perspec. 28: 205-210. (1979).
- 61.- Shukla, G.S. and Singal, R.L.: The present status of biological effects of toxic metals in the environment: lead, cadmium, and manganese. Can. J. Physiol. Pharmacol. 62:1015-1031. (1984).
- 62.- Task Group on Metal Interaction. Factor influencing metabolism and toxicity of metals. Environ. Health Perspec. 25: 3-41. (1978).
- 63.- The regional implications of transported air pollutants: an assesment of acidic deposition and ozone- interim draft. Congress of the United States. Washington, D.C. 1982.
- 64.- U.S. Environmental Protection Agency. Office of Research and Development. Office of Health and Environmental Assesment. Environmental Criteria and Assesment Office. Air quality criteria for lead (Draft). Research Triangle Park. E.P.A. United States. 1983
- 65.- Vega , G.S., Cortinas, C.: Enfermedades Respiratorias y Contaminación Ambiental. Biosfera. 2 . (1985)
- 66.- Vega, G.S.: Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. Aspecto específicos de la toxicología de algunos contaminantes. Toxicología III. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. México, D.F. 6: 165-171. 1985.
- 67.- Velasco, L.A.: La contaminación atmosférica en la de México. Ciencia y Desarrollo. 52: 59-68. (1983).

- 68.- Walser, D.: The pigeon as a bioindicator of environmental lead pollution. Inaugural Dissertation Universitat Munchen. Tierarztliche Fakultat. Germany. 1984.
- 69.- Williams, W.J., Beutler, E., Allan, J.E. and Rundles, R.W.: Hematology. 2nd. Ed. Mc Graw Hill. U.S.A. 1972.
- 70.- Zwart, A., Buursma, A., Van Kampen, E.J., Oeseburg, B., van der ploeg P.H.W. and Zijlstra, W.G.: The simultaneous determination of five Haemoglobin derivatives. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. 19: 457-463. (1981).

L. BE
SALIR DE LA BIBLIOTECA