

2
2es



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ESTUDIO HISTOLOGICO COMPARADO DE
LA GLANDULA ADRENAL DE Crotophaga
sulcirostris s., Y DE Neotomodon alstoni a.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

XOCHITL AGUILAR MIGUEL



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

	pag
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	2
III. OBJETIVO	16
IV. MATERIAL Y METODO	17
V. RESULTADOS	19
VI. DISCUSION	48
VII. CONCLUSIONES	59
VIII. BIBLIOGRAFIA	61

I. INTRODUCCION

El presente trabajo comprende una investigación sobre aspectos histológicos comparados de la glándula adrenal en las especies mexicanas Crotophaga sulcirostris sulcirostris y Neotomodon alstoni alstoni y un análisis de los resultados obtenidos.

La glándula adrenal es un órgano endócrino, constituido por dos tejidos: interrenal y cromafín, distintos tanto por su origen embriológico como por su histología y fisiología, los cuales se asocian en la mayor parte de los vertebrados para organizar un órgano complejo.

En la evolución de la glándula, en los vertebrados, se observa la tendencia hacia la asociación morfológica de estos tejidos, presentándose desde la completa separación de los dos tejidos, tal como se observa en los ciclostomos, hasta su coincidencia estructural en un órgano independiente, pareado y con organización zonal como en el caso de los mamíferos.

La cercanía de estos dos tejidos y finalmente su unificación orgánica inclina nuestro interés a la amplia gama de manifestaciones morfológicas que ofrecen las glándulas adrenales de los vertebrados y a la posibilidad de hacer con ellas algunas interpretaciones fisiológicas, ecológicas y evolutivas.

II. ANTECEDENTES

1. Historia

2. Glándula Adrenal

- Origen embriológico
- Aspectos generales
- Aspectos comparativos
- Acciones Biol. de los mineralocorticoides
- Acciones Biol. de los glucocorticoides
- Acciones Biol. de las catecolaminas
- Relación funcional entre corteza y médula

3. Especies estudiadas

- Clasificación taxonómica
- Características generales

II. ANTECEDENTES

1. Historia

La primera descripción anatómica de las glándulas adrenales fué realizada por Eustachius en 1564, en una revisión de la anatomía humana (2).

Posteriormente en 1611 el anatomista danés Garpar Bartholinus describió las glándulas como órganos capsulados que contenían una "bilis negra", sin advertir que esto se debía a la rápida degradación post mortem de la glándula (6).

En 1651 Valsalva propuso una íntima relación de la glándula con las gónadas debido a su proximidad anatómica en muchos animales, particularmente en aves y algunos reptiles, incluso se llegó a pensar en la existencia de conductos adrenogonadales (19).

Cuvier advirtió en 1805 la diferenciación de las zonas interna y externa, conocidas actualmente como corteza y médula (6).

Alfred Kohn en Praga acuñó a principios de siglo el término cromafín, para células evidenciadas por el cromo, casi simultáneamente se aisló y sintetizó en laboratorio la adrenalina, sustancia celular responsable de la reacción (6).

Debido a la gran importancia biológica que tienen las glándulas adrenales para el hombre, ha habido importantes contribuciones en los últimos 30 años, en aspectos endócrinos, fisiológicos, patológicos y recientemente terapéuticos en transplantes neuronales en seres humanos.

2. Glándula Adrenal

- Origen embriológico

Las glándulas adrenales de los vertebrados superiores se forman a partir de dos esbozos de diferente origen: mesodérmico y ectodérmico, que constituyen en mamíferos la corteza y la médula de la glándula adulta respectivamente.

La corteza suprarrenal se desarrolla a partir de las células mesoteliales columnares, situadas en la pared abdominal posterior, en el ángulo que existe entre la raíz del mesotelio y la gónada en desarrollo.

Estas células proliferan y forman cordones invasores - que se separan pronto del epitelio celómico y se condensan en el mesénquima de la pared dorsal del abdomen, formando a cada lado de la aorta dorsal una gran masa celular en las que se diferencian grandes células acidófilas. A esta proliferación se agrega, en el estadio de 40 días para la especie humana, una segunda onda de células pequeñas de la misma zona de la somatopleura que emigran para rodear la primera masa sobre la que forman una cápsula externa (12), (15).

Las células más pequeñas constituyen la corteza definitiva, mientras que la proliferación inicial se transforma en la denominada corteza fetal, la cual después del nacimiento experimenta regresión rápida, excepto en la capa más externa que se convierte por diferenciación en la zona reticular.

La médula de la glándula está compuesta por células nerviosas simpáticas provenientes de la cresta neural. Estas células

las llegan a la parte dorsal interna de la corteza primitiva a los 44 días, y pronto comienzan a invadirla Esq 1. Luego forman un grupo de células situado en la parte media de la corteza, sin embargo no quedan totalmente encapsuladas por la corteza hasta el final de la vida fetal (12), (15).

Se ha demostrado únicamente la presencia de noradrenalina a partir de la 10^a semana, debido a que no se encuentra presente durante la vida fetal la enzima responsable de la metilación, feniletanolamina-N-metil transferasa (PNMT), que transforma la noradrenalina en adrenalina (6), (22).

- Aspectos generales

Los mamíferos poseen dos glándulas adrenales localizadas en el polo superior de cada riñón (renal o suprarrenal), - están formadas de una porción externa compuesta por células adrenocorticales "esteroidogénicas", la corteza adrenal, que rodea una masa interna de células las cromafines "elaboradoras de catecolaminas", denominada médula adrenal (11).

La corteza adrenal de mamíferos adultos puede subdividirse con base en un criterio histológico en tres regiones bien definidas del exterior al interior: zona glomerular, zona fasciculada, zona reticular, sumándose una zona funcional fetal que se presenta en estado embrionario en algunos mamíferos (11),(4).

La zona glomerular es pequeña y contiene menos lípidos que la zona fasciculada, esta formada por cordones celulares plegados en glomérulos o alveolos. Es responsable de la síntesis de corticoides como la aldosterona u otros corticosteroides.

La zona fasciculada esta formada de células poliédricas, constituyendo filas de células paralelas en disposición más o menos radial al centro de la glándula, son la fuente primaria de los glucocorticoides como el cortisol y la corticosterona. La proporción de cortisol y corticosterona secretada difiere marcadamente dependiendo de la especie.

La zona reticular consiste de cordones celulares en forma de red con numerosas fibras conjuntivas que limitan la médula. Algunos glucocorticoides y andrógenos son sintetizados en esta región aunque la mayoría de los glucocorticoides son secretados por la zona fasciculada (26).

La médula en los mamíferos consiste de terminaciones nerviosas preganglionares simpáticas, células ganglionares nerviosas aisladas o en grupos y células cromafines con forma irregular epiteloide que se distribuye en relación con sinusoides, dos de estos tipos celulares son identificables, uno que produce adrenalina y otro que produce noradrenalina (3).

Las células cromafines, producen, almacenan y segregan una compleja mezcla de hormonas; en primer lugar la adrenalina, noradrenalina y además libera algunas sustancias activas conocidas como neuropéptidos. Actúan sobre otros tejidos y órganos mediante la descarga de hormonas al torrente sanguíneo. Puede considerarse parte del sistema nervioso simpático implicado en la regulación de funciones involuntarias como el ritmo cardiaco, motilidad intestinal y dilatación de la pupila (6).

Además se ha descrito como un complejo que organiza la resistencia del cuerpo frente a estados de emergencia "estress" (16).

**Esq. 1. Diagrama que muestra los sucesivos estadios (A a F)
en la diferenciación de la glándula suprarrenal.
Según Hamilton (1975).**

- Aspectos comparativos

Las clases inferiores de vertebrados no exhiben una relación similar entre corteza y médula, a la descrita para mamíferos. Por lo que el tejido correspondiente a la corteza de los mamíferos se denomina tejido interrenal y el homólogo de la médula adrenal se conoce como tejido cromafín.

Sin embargo se establece, como una tendencia general - entre los vertebrados, una cercanía anatómica entre el tejido interrenal y el tejido cromafín (14), (16).

En los ciclostomos el tejido interrenal ha sido identificado a lo largo de venas cardinales posteriores. El tejido cromafín asociado a las venas cardinales posteriores como pequeños grupos, separados del tejido interrenal (1), (16), (18).

En algunos peces el tejido interrenal se localiza entre los extremos caudales de los riñones opistonéfricos y por lo general en grupos pareados; en otros, esta situado dentro o por delante de los riñones. Se encuentra el tejido cromafín en las ramas segmentarias de la aorta dorsal o en las paredes de las venas postcardinales, en estrecha relación con los ganglios simpáticos (1), (16), (18).

En los anfibios el tejido interrenal y el tejido cromafín muestran una estrecha relación, en los anuros se organizan formando bandas sobre la superficie ventral del riñón, constituidos en islotes cada uno de estos formado por dos o tres células cromafines asociados con el tejido interrenal (5), (13).

En los reptiles, los tejidos se encuentran entremezclados rodeados por una cápsula constituyendo la glándula adrenal

propriadamente dicha. Las disposiciones relativas del tejido interrenal y el tejido cromafín son características para cada tipo reptiliano (16), (20). La mezcla entre los dos tejidos, parece que es máxima en algunas tortugas; el tejido cromafín envuelve al tejido interrenal en cocodrilos, mientras que en las serpientes las células cromafines se distribuyen en islotes, - dentro de las células adrenocorticales (16), (17).

En las aves las glándulas son estructuras pareadas que se localizan en ambos lados de la vena postcardinal, anterior a los riñones y cerca de las gónadas sus componentes están mezclados en mayor o menor grado sin formar una corteza y una médula definitiva (8), (10).

- Acciones Biológicas de los mineralocorticoides

El principal mineralocorticoide en mamíferos es la aldosterona la cual es secretada en la zona glomerular de manera independiente del control directo de la hipófisis.

La principal acción de la aldosterona es el mantenimiento del balance de sodio-potasio en los fluidos del cuerpo y - una acción secundaria es la de regular el volumen del líquido extracelular (2), (16).

La aldosterona regula la reabsorción de sodio por las nefronas del riñon, mediante el mecanismo que involucra una - compleja serie de eventos en los que participa el riñon, el - hígado y el sistema renina-angiotensina.

- Acciones Biológicas de los glucocorticoides

Los glucocorticoides afectan la energía metabólica celular y en dosis fisiológicas dan como resultado cambios en el transporte de materiales dentro de la célula, incrementando la síntesis de nuevas enzimas. El mayor efecto está en el suministro y conservación de la energía que normalmente deriva de la circulación de la glucosa: (a) inhibiendo la utilización de la glucosa por el tejido periférico ej. músculo, (b) estimulando la entrada de aminoácidos dentro de la célula, conservando la glucosa y almacenándola como glucógeno, (c) estimulando el almacenamiento de grasa; lo que sugiere que el papel fisiológico normal de los glucocorticoides es el de ser agentes que permiten cambios en la permeabilidad de la membrana a importantes metabolitos y la síntesis de nuevas enzimas, promoviendo el desarrollo celular apropiado durante el cual otras hormonas, semejantes a la hormona del crecimiento, puede actuar (2), (16), (26).

- Acciones Biológicas de las catecolaminas

La adrenalina reduce el tono muscular de los músculos esqueléticos, pero al mismo tiempo ejerce también una fuerte acción vasopresora, la segunda acción se debe al aumento del volumen y la frecuencia de los latidos del corazón, junto con una vasoconstricción esplácnica.

Entre sus efectos metabólicos está el aumento de la lipólisis en el tejido adiposo, con intervención del AMPcíclico y la glucogenolisis hepática por activación de la fosforilasa, también con la intervención del AMPc (6), (26).

La noradrenalina incrementa la lipólisis en el tejido adiposo, como la adrenalina, pero es menor su efecto sobre la glucogenólisis, sobre la frecuencia cardíaca y sobre la liberación de corticotropina.

-Relación funcional entre corteza y médula

La tendencia hacia una asociación anatómica entre el tejido interrenal y el tejido cromafín durante la evolución de los vertebrados ha sido interpretado como una necesidad funcional.

Estudios que apoyan este criterio son los realizados por Wutman y sus colaboradores (1980), los cuales han demostrado que el ACTH estimula la secreción de adrenalina al modificar los niveles de glucocorticoides circulantes. Además los glucocorticoides incrementan la actividad en la médula adrenal de la PNMT, enzima responsable de la conversión de noradrenalina a adrenalina. También se ha reportado que la adrenalina puede causar la liberación de ACTH a través de acciones sobre los niveles hipotalámicos o adenohipofisarios, pero el significado de estas observaciones no es claro (3), (16), (23).

La gran importancia fisiológica de las hormonas adrenocorticales y las catecolaminas, se debe entre otros a sus efectos en la respuesta de adaptación de los vertebrados a una amplia gama de presiones ambientales.

En animales expuestos a estímulos real o potencialmente nocivos aparece una respuesta compleja generalizada que recibe el nombre de "síndrome de estrés", el cual se considera que se desarrolla en tres fases, según la interpretación de Selye (2), (16).

La primera fase, reacción de alarma, provoca la acción tanto de las células cromafines como de las neuronas simpáticas que se infiltran en una serie de tejidos y órganos. Las células cromafines secretan adrenalina, noradrenalina y neuropéptidos al torrente sanguíneo, pudiendo alcanzar niveles 300 veces superiores a lo normal, que actúan sobre receptores celulares de diversos órganos aumentando la frecuencia cardiaca, elevan la presión sanguínea y liberan del hígado cantidades suplementarias de azúcar, para mantener el trabajo muscular.

Si continúa la exposición al estímulo de stress y el animal sobrevive, se inicia la segunda etapa de resistencia donde el cuerpo se adapta al estímulo por medio de secreciones adrenocorticales; que intervienen en la regulación del equilibrio hídrico y el metabolismo de carbohidratos.

Después de una exposición aún más prolongada el animal puede perder esta adaptación y pasar a la tercera fase de agotamiento, en donde el organismo entra a un estado prolongado de fatiga que puede llevarlo a la muerte (2), (16).

3. Especies estudiadas:

Crotophaga sulcirostris s.

- Clasificación taxonómica

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Aves
Subclase	Neornithes
Superorden	Neognathae

Orden	Cuculiformes
Familia	Cuculidae
Género	<u>Crotophaga</u>
Especie	<u>sulcirostris</u>
Subespecie	<u>sulcirostris</u>

Nombre común Pijul

- Características generales

El pijul se encuentra formando parte de la avifauna de nuestro país, esta localizada en la zona neotropical a una altitud de 1700 msnm (7).

Recientes investigaciones, parecen indicar que en el Estado de Morelos a una altitud de 2100 msnm, en Nepopualco Municipio de Totolapan la especie ha encontrado un corredor entre la zona neártica y la zona neotropical, en la cual se encuentra durante todo el año, en comparación con otras localidades *.

*comunicación personal de Pas. de Biol. Margarita Garza.

La variedad de habitats que presenta Crotophaga s.s., es grande aunque se encuentra principalmente en áreas cultivadas y su principal restricción parece ser la no tolerancia al bosque (21).

Su alimentación principal consiste en: ortópteros coleópteros que obtiene del campo, entre el follaje de los arbustos y pastos y de cantidades menores de bayas y otros frutos. Su método favorito de alimentación es en asociación a una vaca caballo o mula, permaneciendo cerca de él, siempre alerta para atrapar los insectos que salgan del pasto por el paso del herbívoro (21).

El interés acerca de esta ave radica, en el grado de adaptabilidad que ha desarrollado permitiéndoles estar en un mayor rango de medios que la mayoría de las aves. Así como la elaboración de estrategias en la nidación, dando como resultado mayor índice de sobrevivencia (24).

Neotomodon alstoni a.

- Clasificación taxonómica

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Mammalia
Subclase	Eutheria
Orden	Rodentia
* Superfamilia	Muridea
Familia	Muridae
Subfamilia	Signodontidae
Género	<u>Neotomodon</u>
Especie	<u>alstoni</u>
Subespecie	<u>alstoni</u>

Nombre común ratón de los volcanes

* Carleton y Musser 1984

- Características generales

El ratón de los volcanes se encuentra actualmente como una especie politípica endémica y exclusiva del Eje Volcánico - Transversal de México (30), también llamado Cordillera Neovolcánica o Sierra Volcánica Transversal. Esta situado entre los 18° y los 22° latitud Norte y atraviesa de Occidente a Oriente los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Queretaro, -

do. de México, Distrito Federal, Morelos, Tlaxcala, Puebla y - Veracruz (30).

El Neotomodon a.a. habita el Eje Volcánico en un rango altitudinal entre 2440 y 4500 msnm, el habitat de este ratón - esta formado por bosque mixto de pino y encino en las partes bajas, en las altas esta representado por asociaciones de pino y abeto, pero el factor principal del habitat de este ratón es la presencia de la gramínea "zacaton", de la cual se han identificado 3 géneros : Stipa, Muhlenbergia y Fetuca (27), (28).

Este roedor se encuentra asociado con otros pequeños mamíferos; Peromyscus melanotis, P. maniculatus, Reititrodontomys sumichrasti, Cryptoris alticula, Sores sausseri etc. Además se ha reportado una posible predación por Crotalus triseriatus y una asociación comensal con el escarabajo Loberopsylus traubi (27).

La importancia de este roedor radica en que es exclusivo de la fauna mexicana; tiene características apropiadas para su manejo en el laboratorio, tales como adaptabilidad, docilidad, alto índice reproductivo y mayor longevidad en comparación con otros roedores silvestres. Es una especie que está siendo intensamente estudiada dada su importancia ecológica, además de - que su posición taxonómica no ha quedado completamente esclarecida.

III. OBJETIVO

Contribuir al conocimiento de la biológica de las especies mexicanas Crotophaga sulcirostris sulcirostris y Neotomodon alstoni alstoni, mediante el estudio histológico de la glándula adrenal.

VI. MATERIAL Y METODO

Para la realización de este trabajo, se utilizaron 10 ejemplares adultos de Crotophaga sulcirostris s., procedentes de Neopopualco Municipio de Totolapan en el Edo. de Morelos y 10 ejemplares adultos de Neotomodon alstoni, los cuales fueron colectados en la localidad de Parres D.F.

Los animales fueron sacrificados y disectados extreyendo rápidamente las glándulas adrenales, tomando medidas de ellas así como la elaboración de esquemas para su descripción anatómica.

La fijación de algunos ejemplares se realizó por inmersión en formol neutro, formol 10% y líquido de Orth, permaneciendo en el fijador un tiempo mínimo de 48 hrs, en otros se efectuó por perfusión con formol neutro, seguida de una inmersión en el mismo fijador.

Se emplearon técnicas de anilina y técnicas de impregnación argéntica, mediante el procedimiento que se muestra en la Tab 1.

La observación e interpretación histológica fueron realizadas en un Fotomicroscopio Zeiss III.

Finalmente se tomaron las fotografías utilizando película Kodak, Fuji 135 mm, ASA 100.

1) Fijación

Formol neutro
Formol 10%
Líquido de orth

Formol neutro
Formol 10%

2) Lavado

agua corriente y agua
destilada

agua corriente y agua
destilada

3) Inclusión

parafina: 2 cambios
previa deshidratación
gradual en alcoholes de
30°- 100° y aclaración
en aceite de credro

*gelatina: 2 cambios
con concentraciones de
10% y 22%, sin deshidra
tar ni aclarar

4) Corte

por parafina 7 μ

por congelación 18 μ

5) Tinción

- Hematoxilina-Eosina
- Tricromica de Masson
- Schmorl para cromafini-
dad

- Doble Impregnación con
permanganato para arma-
zones fibrilares Rio-H
- Imp. para fibras nervio-
sas y Sistema Cromafín,
Variante Barroso-Moguel

6) Montaje

Con bálsamo de Canadá
previa deshidratación y
aclaración con xilol

Con bálsamo de Canadá
previa deshidratación y
aclaración con creosota

* solamente las adrenales de ave requinieron la inclusión en gelatina

Tab 1

V. RESULTADOS

Glándula adrenal de Crotophaga sulcirostris s.

En Cotophaga s.s., se encuentran en posición anteromedial en el lóbulo cefálico de los riñones e inmediatamente posterior a los pulmones muy cercanas a las gónadas. Se relacionan con el lóbulo anterior del riñón únicamente por su borde dorsal, en el lateral interior está en continuidad con la aorta y en la ventral con las gónadas, separadas de estas por una trama de tejido conjuntivo.

Las adrenales presentan una tonalidad amarilla ocre, son asimétricas y extraordinariamente pequeñas, la derecha es ligeramente esférica con medidas de 2 mm en su diámetro mayor x 1 mm en el menor, la izquierda de forma alargada rectangular, ligeramente mayor que la derecha con medidas de 3 mm de longitud x 1.5 mm de ancho Esq 2.

La glándula de esta ave, está constituida por un parénquima y un estroma. El parénquima compuesto por dos tipos de tejidos diferentes, el interrenal y el cromafín. Los dos tejidos se encuentran mezclados y las cantidades relativas de cada uno son de aproximadamente 50% Fig 1.

El arreglo fundamental de el tejido interrenal es, un conjunto de islotes celulares en íntima relación tanto con el tejido cromafín como con numerosos sinusoides.

En el tejido interrenal, se observaron dos tipos celulares; reconocidos por su arreglo y sus características citológicas, descritas como I_1 y I_2 .

Las células I_1 , columnares, con núcleo central, citoplasma vacuolar basófilo, dispuestas a manera de epitelio como se observa en la Fig 3. Las células I_2 , poliedricas, ligeramente de menor tamaño que las anteriores, con núcleo central-citoplasma vacuolar basófilo cuyo arreglo es diferente, debido a que se localizan entre el arreglo epitelial de las células I_1 o dispuestas en pequeños grupos asilasos Fig 4. El aspecto vacuolado de estas células es la expresión de su contenido lipídico, necesario para la actividad esteroidogénica.

El tejido cromafín se distribuye por toda la glándula dispuesto en grupos acordonados que van de la periferia hacia el interior rodeando islotes de tejido interrenal, en estrecha relación con los vasos sinusoides.

Para evidenciar este tejido se realizó una técnica histoquímica, el método de Schmorl, con el cual se demostró la presencia de catecolaminas intracelulares, por medio de la reacción cromafín positiva, observandose una tonalidad parda amarillenta Fig 5.

Los tipos celulares, observados en este tejido son; células ganglionares grandes aisladas, sin reacción cromafín -- Fig 4 y las células productoras de catecolaminas las cuales son de forma irregular, con núcleo ligeramente desplazado hacia un polo. citoplasma granular con reacción cromafín positiva. Según la intensidad de la reacción, creemos posible la identificación de las células productoras de adrenalina C_1 y las productoras de noradrenalina C_2 , como se muestra en la Fig 6.

Con el método de impregnación Barroso-Moguel, se evidencian aunque no de manera clara, los gránulos de secreción de las células cromafines.

La principal inervación de la glándula adrenal está -- representada por fibras preganglionares que se originan de la médula espinal, las cuales llegan por vía de los nervios esplácnicos, ramificándose en el interior de la glándula y los tractos de fibras se ramifican varias veces, para emitir fibras - que inervan varias células, se observaron botones sinápticos - sobre el citoplasma de las células cromafines Fig 8.

El soporte de la glándula lo realiza una cápsula fibrosa y un estroma reticular. la cápsula es relativamente gruesa y está constituida en su mayoría por fibras colágenas, pocas fibras reticulares y es muy celular, remata externamente en un mesotelio. En algunos territorios de la cápsula se observan abundantes células linfoides Fig 9, Fig 10.

El estroma de la adrenal está representado por una trama de fibras reticulares; en el tejido interrenal limitando perifericamente a los cordones celulares y en el tejido cromafín como una red de sustentación Fig 10, Fig 11.

El aporte sanguíneo de la glándula, es por medio de las arterias adrenales, las cuales penetran atravesando el tejido conjuntivo de la cápsula, en el interior se ramifican en delgados capilares, los que se anastomosan con vasos sinusoides irrigando completamente a los elementos celulares, tanto del tejido interrenal como del tejido cromafín Fig 12.

En el centro de la glándula los capilares se conectan con venúlas y la sangre sale por la vena cava posterior vía la vena adrenal.

Los capilares y venúlas presentan un endotelio fenestrado y los vasos sinusoides se encuentran revestidos por células retículo endoteliales Fig 3.

En el polo cefálico de cada glándula y en íntima relación con ella se observó un pequeño ganglio simpático, en conexión con un nervio que recorre a la glándula en toda su longitud Fig 12.

El ganglio está formado, por un conjunto de células - ganglionares grandes multipolares y algunas células del tejido cromafín que penetran en él, además de abundantes fibras nerviosas y tejido conjuntivo, delimitado por una delicada cápsula. El nervio presenta abundantes fibras nerviosas largas y paralelas al eje mayor de la glándula, localizándose en toda su longitud más de un grupo de células ganglionares con las mismas - características que las del ganglio Fig 13.

Glándula Adrenal de Neotomodon alstoni a.

[Las glándulas suprarrenales de Neotomodon a.a., tienen un tono amarillento dorado, son ligeramente asimétricas y de diferente forma; la suprarrenal derecha es triangular localizada entre la superficie superior del riñon derecho y la vena cava inferior; la glándula izquierda más o menos semilunar - ocupa el borde cefálico del riñon izquierdo. Sus dimensiones aproximadas, en su diámetro mayor 5 mm y en el diámetro menor 3 mm Esq 3.

El parenquima glandular esta constituido por dos regiones bien definidas; una externa denominada corteza, y una central la médula, completamente rodeada por la corteza Fig 14. Con la Técnica de H-E se puede observar una mayor basofilia en

la médula, en relación a la corteza.

La corteza se encuentra constituyendo la mayor parte - de la glándula, está representada por tres regiones claramente identificables; una externa delgada, zona glomerular, una media muy desarrollada, zona fasciculada, y una interna reducida, la zona reticular, en el límite con la médula Fig 15.

La zona glomerular es pequeña, proporcionalmente al tamaño de la corteza, está formada por densos cúmulos de células pequeñas y globosas, con núcleo esférico central con cromatina densa, el citoplasma vacuolar ligeramente eosinofilo.

La zona fasciculada se encuentra muy desarrollada constituyendo la mayor parte de la corteza, constituida por cordones celulares rectos, con un espesor de uno o dos elementos - celulares, se puede observar que en esta zona la mayor parte - de las células está en contacto con dos sinusoides laterales, uno en cada extremo Fig 18. Presenta células grandes y poliédricas, su núcleo es central, grande y esférico con cromatina densa, se observan algunas células binucleadas, el citoplasma es basófilo, con aspecto vacuolar, debido a la gran cantidad de lípidos que presenta en su citoplasma Fig 19. Las células en esta zona presentan diferentes tamaños, así como numerosas mitosis, lo que sugiere una renovación constante sobre todo en los límites con la zona glomerular Fig 20.

Al aplicar la Técnica de H-E + cromación, algunas células presentes en la zona fasciculada adquieren una aparente reacción cromafín Fig 21.

La zona reticular es reducida, con pocas células Fig 22 pequeñas estrelladas dispuestas a manera de red, el núcleo es central con cromatina densa y su citoplasma es basófilo Fig 23.

Existe un límite bien definido entre la corteza y la médula, establecido por una trama de fibras conjuntivas principalmente colagena, que se encuentran rodeando completamente a la médula Fig 25.

La médula está compuesta por grupos de células cromafines dispuestos a manera de cordones que se anastomosan, con una intensa reacción cromafín evidenciada con la Técnica de Smorl Fig 26. Las células cromafines, son de tamaño variable, de forma epiteloide, con núcleo excéntrico y citoplasma granular. Por la apariencia de sus granulaciones y la intensidad de la reacción identificamos dos tipos celulares: C_1 células elaboradoras de adrenalina y C_2 células elaboradoras de noradrenalina Fig 27. Los gránulos más compactos e intensos corresponden a las C_1 , y su observación es posible mediante el Método Barroso-Moguel Fig 28, Fig 31.

La inervación de la glándula, proviene de la médula espinal vía los nervios esplacnicos, está dada por dos cordones principales que la penetran. Dichos cordones están constituidos por fibras nerviosas simpáticas preganglionares y en su trayecto al interior de la glándula emiten finas prolongaciones a las células corticales Fig 29, al llegar a la médula se ramifican en paquetes nerviosos menores Fig 30, que emiten fibras nerviosas a las células cromafines, con las cuales hacen sinapsis, mediante terminaciones nerviosas en forma de hoz y de boton Fig 31.

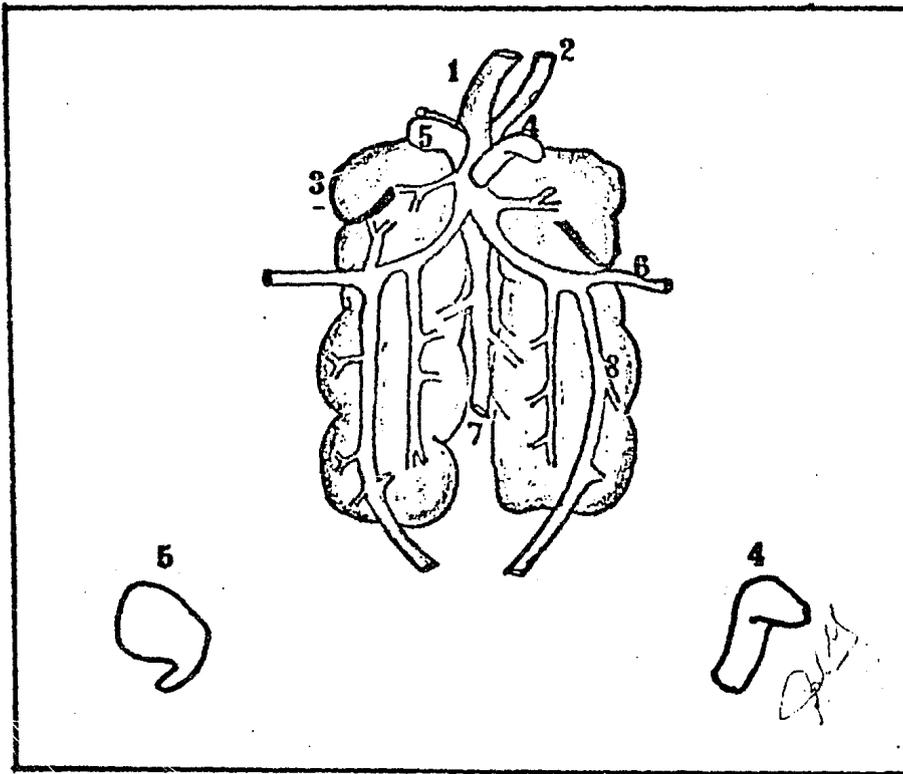
El estroma de la glándula está representado por una cápsula delgada, de tejido conectivo fibroso irregular, en la que destacan fibras colágenas y fibroblastos Fig 32 y por finas fibras reticulares que constituyen el soporte interno en la corteza se encuentran alrededor de los límites celulares, dibujando en la zona fasciculada de manera precisa a los cordones celulares Fig 33. En tanto que en la médula, aumenta la cantidad de fibras reticulares, formando una trama irregular que rodea y limita a los grupos de células cromafines -- Fig 34.

Las suprarrenales están ricamente irrigadas, con sangre arterial de las ramas procedentes de la arteria frénica por arriba, las ramas suprarrenales de la aorta por los lados y la arterial renal por abajo, la mayoría de estas irrigan la corteza, pero otras pasan a través de ella de manera directa a la médula. Las arteriolas corticales se ramifican formando sinusoides siguiendo vías a través de los cordones celulares de la corteza, en continuidad con los capilares de la médula, de tal manera que tanto los capilares y vénulas de está reciben sangre de los sinusoides corticales, lo mismo que de las arteriolas que atraviesan la corteza, todos estos vasos sanguíneos presentan un endotelio fenestrado, mientras que los sinusoides se encuentran revestidos por células retículo endoteliales.

El drenaje venoso de la glándula derecha tiene lugar directamente hacia la vena cava inferior, mientras que el de la glándula izquierda se produce hacia la vena renal.

Encontramos, por encima de la cápsula un recubrimiento de tejido adiposo "grasa parda" Fig 14, la cual fué eliminada para un mejor procesamiento de la glándula, quedando solo algunos fragmentos en torno a ella Fig 35.

En el fragmento de grasa parda, se observa la rica irrigación del tejido, así como los adipositos, con núcleo central Fig - 36.



ESQ. 2 MUESTRA LA POSICION DE LAS GLANDULAS ADRENALES DE Crotophaga sulcirostris sulcirostris. Observandose la disposici3n del sistema arterial y sistema venoso.

1. vena cava
2. aorta
3. metanefros
4. adrenal izquierda
5. adrenal derecha
6. vena femoral
7. arteria renal
8. "post renal"

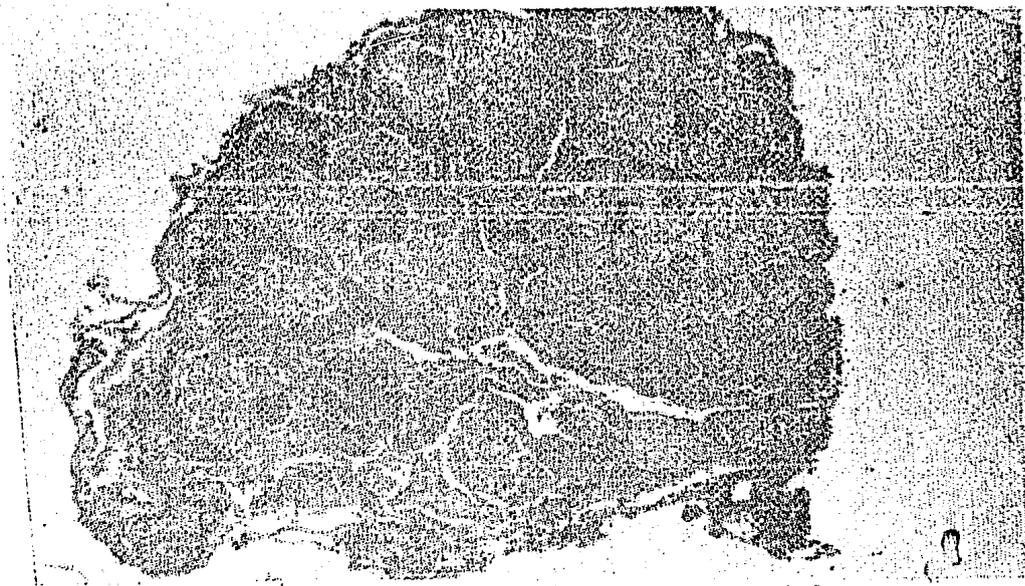


Fig 1. Vista panorámica de la glándula, *Crotophaga* s.s. donde muestra la distribución de Los tejidos interrenal (I) y cromafín (C). 100 X Tec. H-E

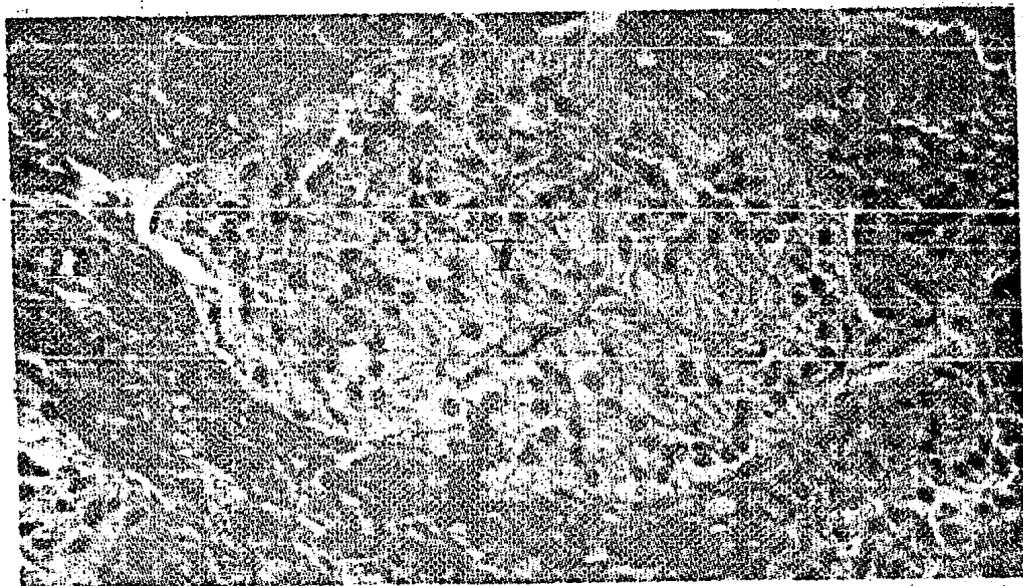


Fig 2. Detalle de la interacción del tejido interrenal (I) y tejido cromafín. 640 X H-E



Fig 3. Tejido interrenal, en arreglo epitelial, mostrando células cilíndricas con citoplasma basófilo vacuolado (I₁) en estrecha relación con un sinusoide (S) 1600 X H-E

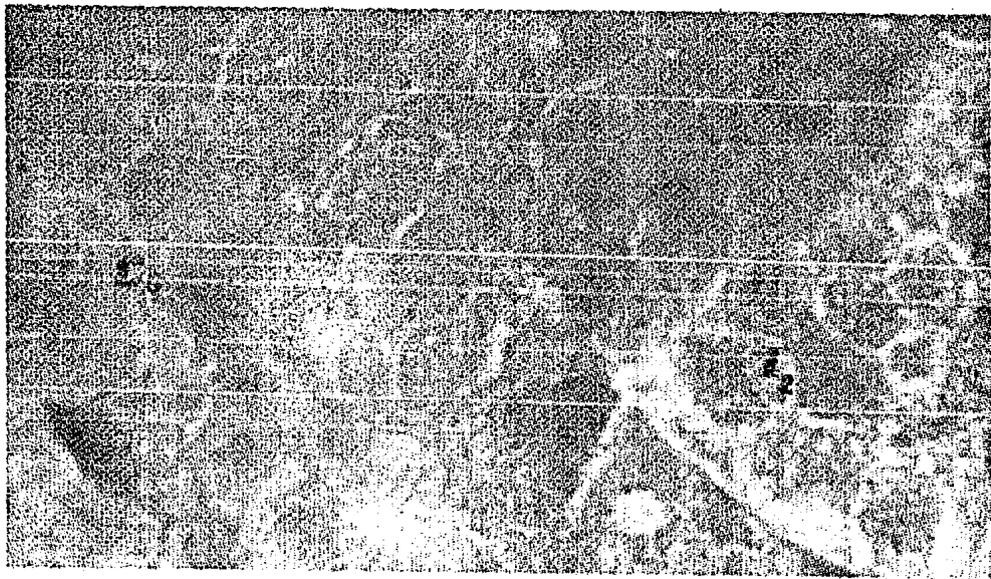


Fig 4. Tejido interrenal, a la derecha, conjunto de células sueltas globosas basófilas vacuoladas (I₂). A la izquierda se observa tejido cromafín y entre sus células una neurona ganglionar. 1600 X Schmorl

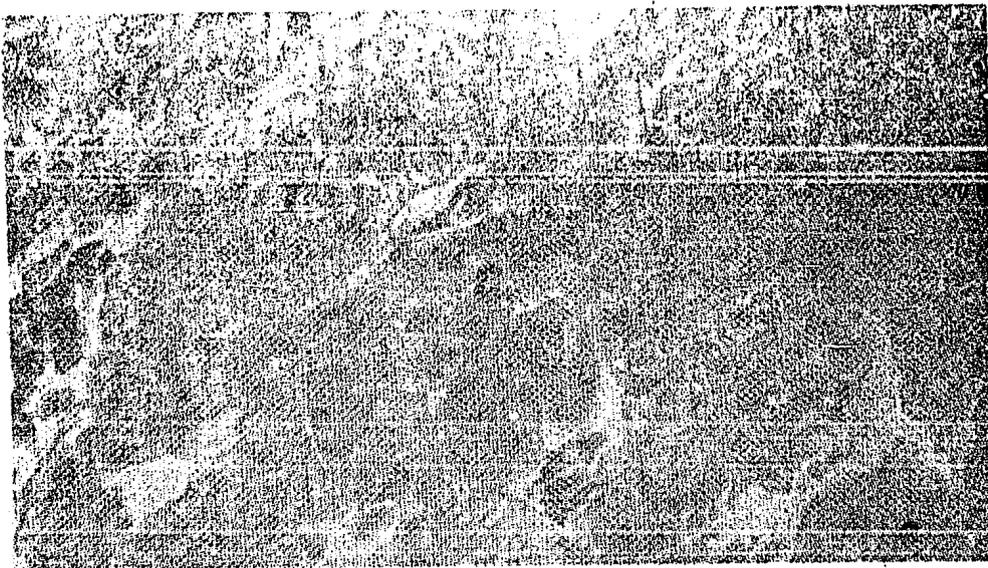


Fig 5. Reacción cromafín positiva para las células elaboradoras de catecolaminas (C) y tejido interrenal (I).
640 X Schmorl

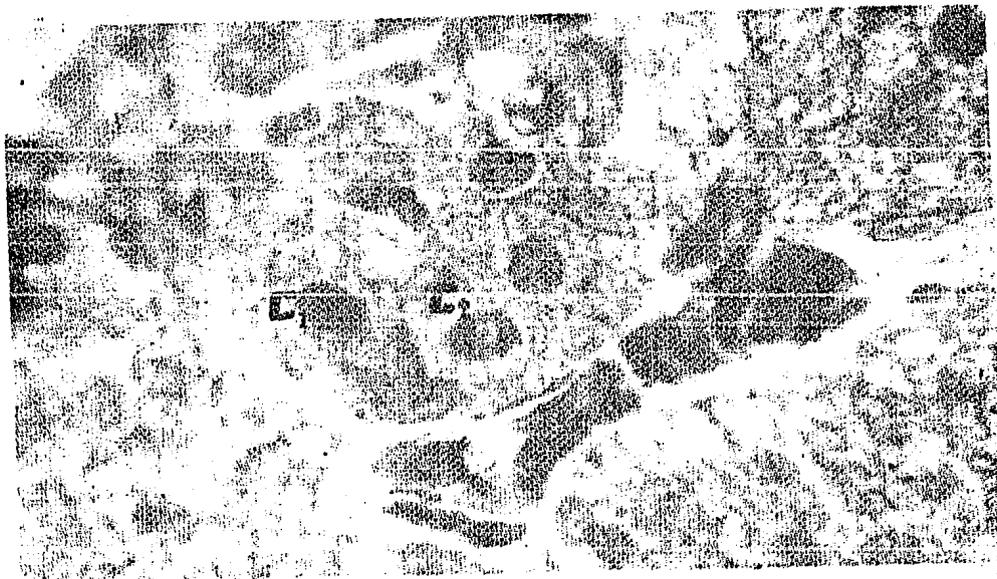


Fig 6. Células cromafines, mostrando los dos tipos celulares elaboradoras de catecolaminas; adrenalina (C_1) y noradrenalina (C_2). 1600 X Schmorl

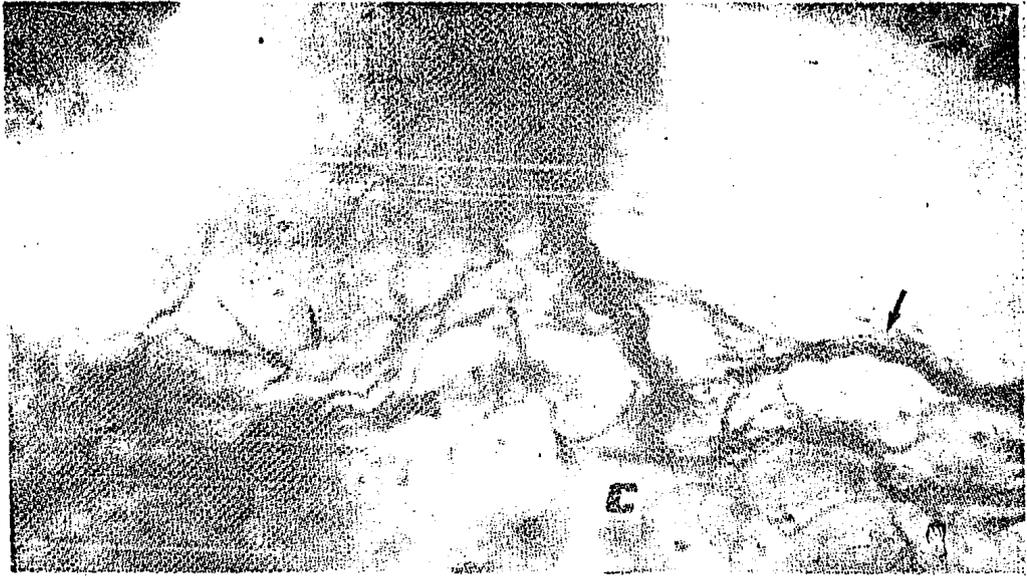


Fig 7. Paquete nervioso (flecha), ramificado inervando células cromafines (C). 1600 X Barroso-Moguel

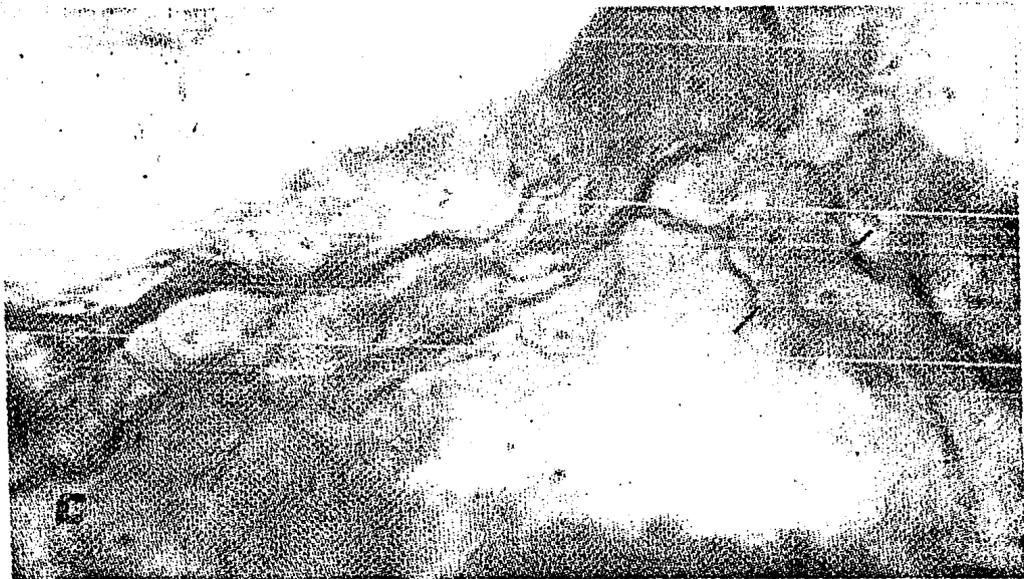


Fig 9. Terminaciones nerviosas en boton (flechas), sobre células cromafines (C). 1600 X Barroso-Moguel



Fig 9. Cápsula adrenal, relativamente gruesa donde se aloja tejido linfoide (TL), mesotelio (flecha). 1024 X H-E

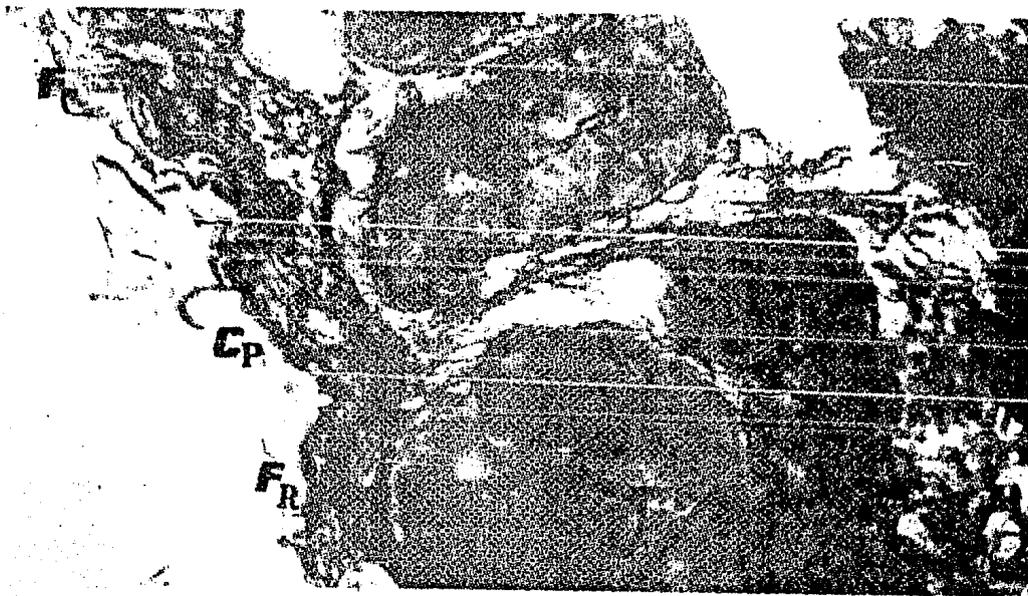
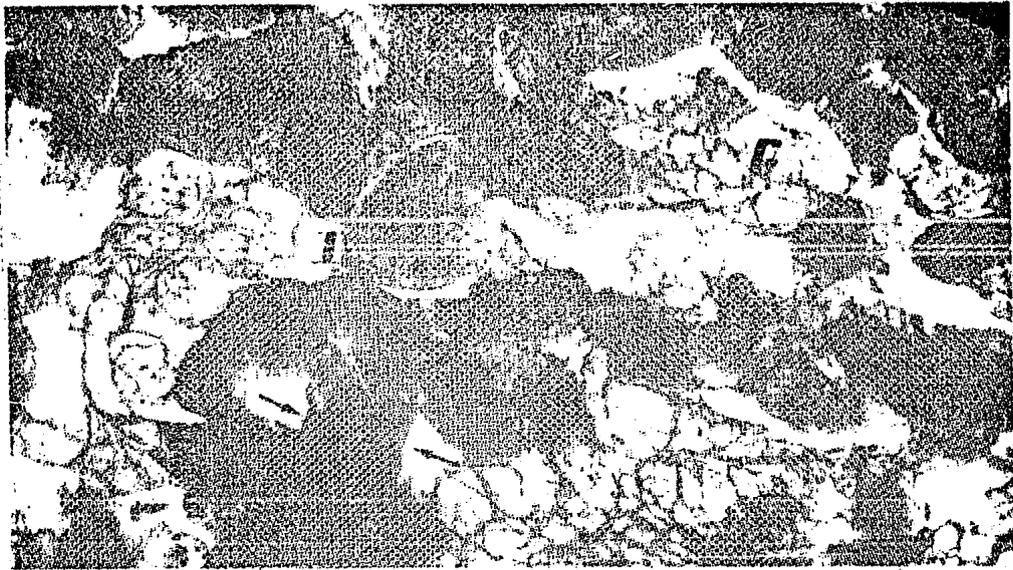
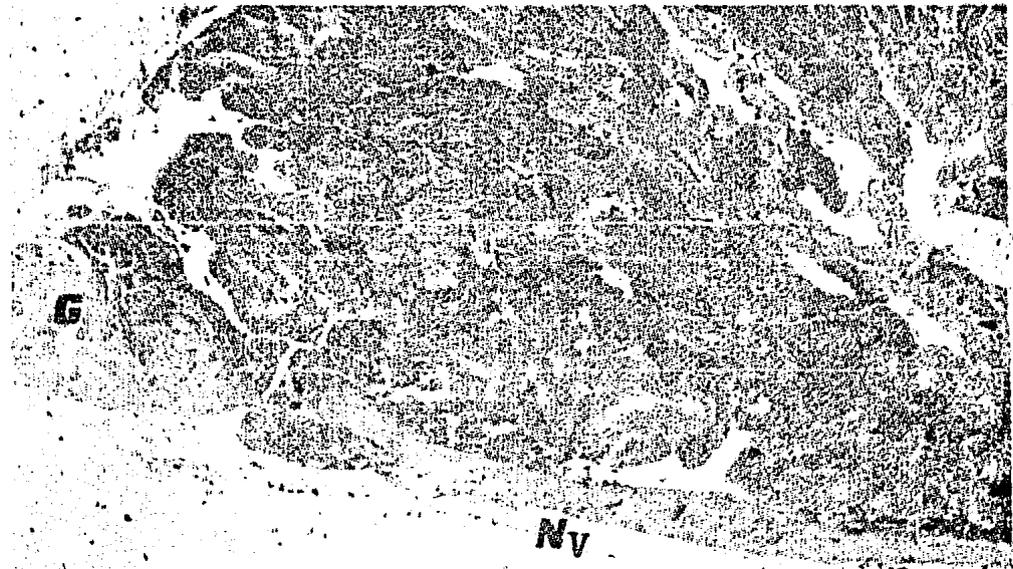


Fig 10. Estroma de la glándula; en la cápsula (Cp) con predominio de fibras colágenas (Fc) y algunas fibras reticulares (Fr). 600 X Doble Imp. c/Pm



FOT 11. Estroma interno de la glándula, fibras reticulares rodean do el tejido interrenal (I) y dispuestas a manera de red en el tejido cromafín (C). 200 X Tec. Doble Imp c/Pm.



FOT 12. Glándula con reacción cromafín positiva, en estrecha re- lación con un galnglio (G) y un nervio (N) que recorre toda la glándula por un extremo. 200 X Tec. Schmorl.

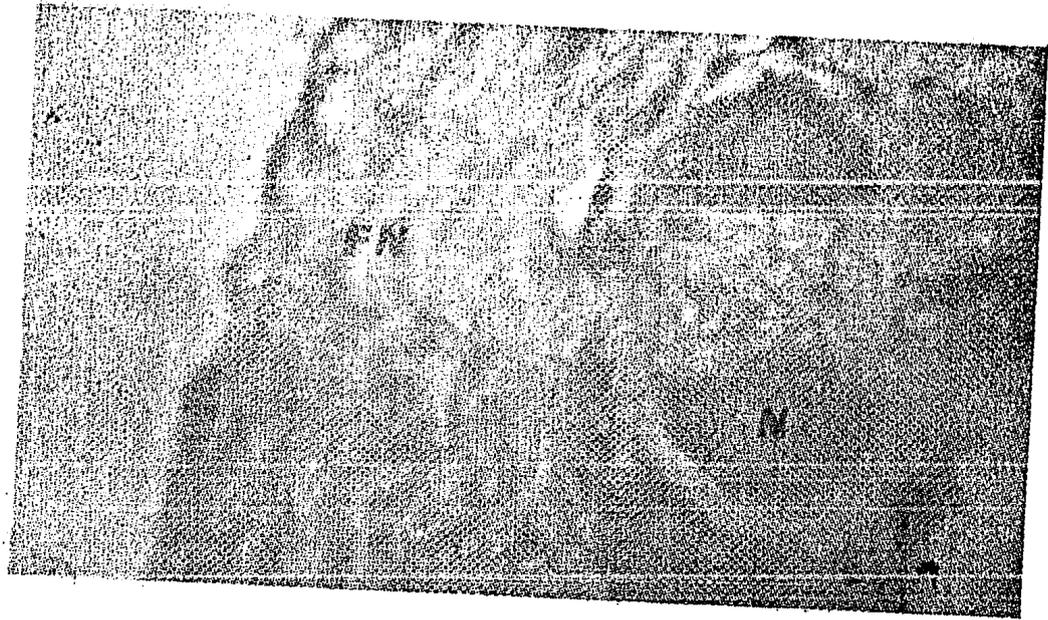
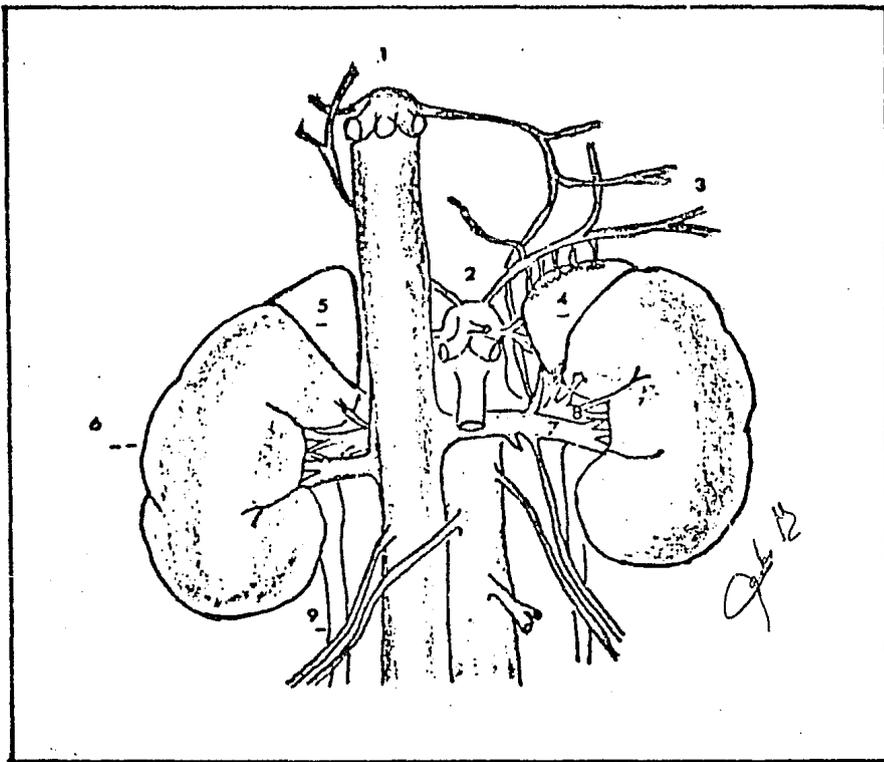


Fig 13. Detalle del nervio; mostrando fibras nerviosas (Fn)
y células ganglionares (N). 1600 X Schmorl



ESQ. 3 MUESTRA LA POSICION DE LAS GLANDULAS ADRENALES DE Neotomodon alstoni alstoni. Observandose la disposici3n del sistema arterial y sistema venoso.

1. vena cava
2. aorta
3. arteria fr3nica
4. adrenal izquierda
5. adrenal derecha
6. ri3n
7. vena renal
8. arteria renal
9. Ureter

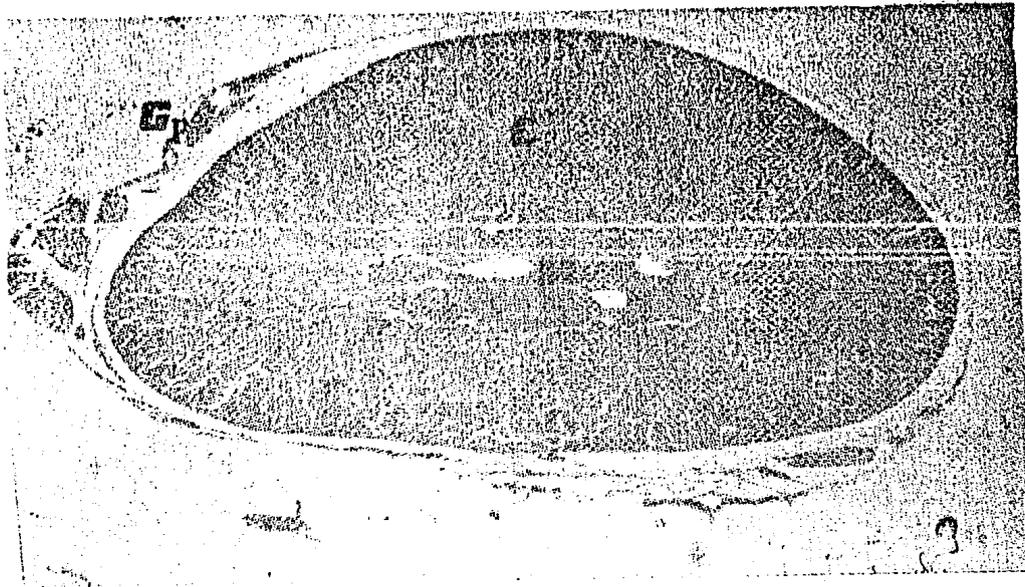


Fig 14. Panorámica de la glándula adrenal de Neotomodon a. mostrando corteza (C) y médula (M) y pequeños fragmentos de grasa parda (Gp), en torno a la glándulas' 40 X H-E

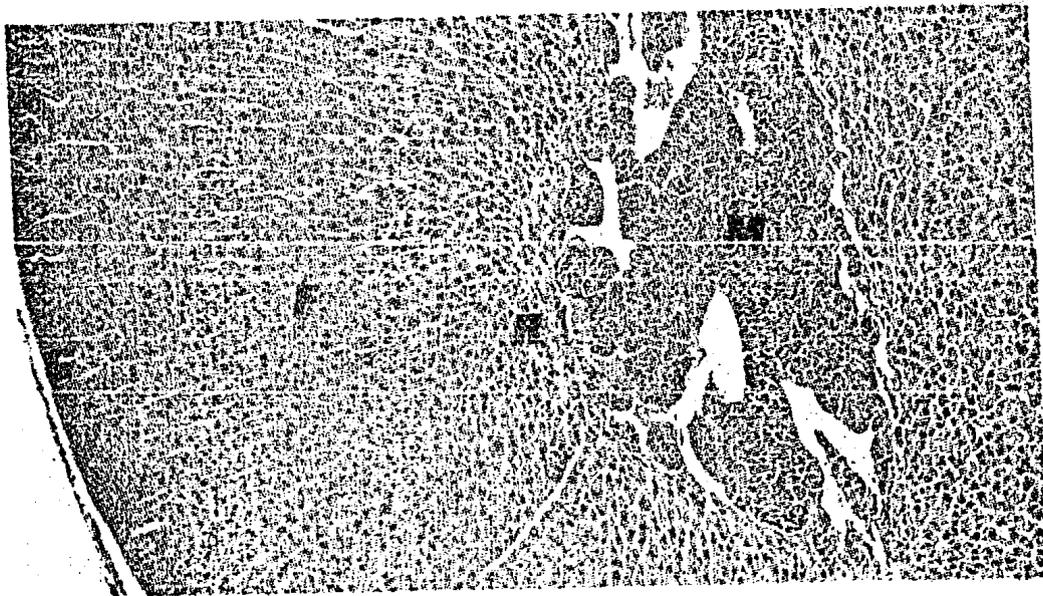


Fig 15. Corteza, mostrando las tres zonas; zona glomerular (G), zona fasciculada (F) y zona reticular (R), rodeando a la médula (M), disposición de sinusoides corticales y venúlas medulares. 100 X H-E

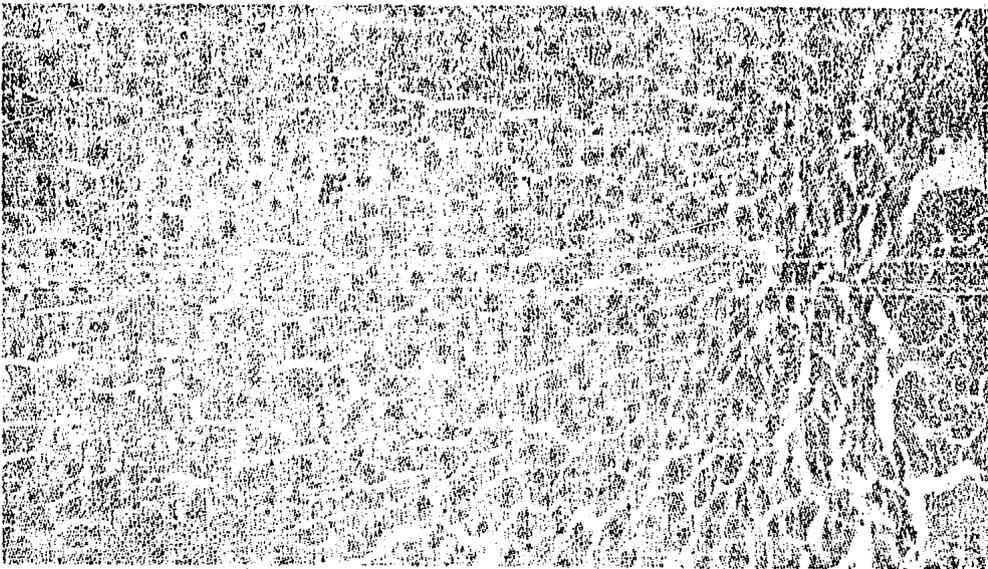


Fig 18. Zona fasciculada (F) y zona reticular con un arreglo en forma de red (R). 256 X H-E

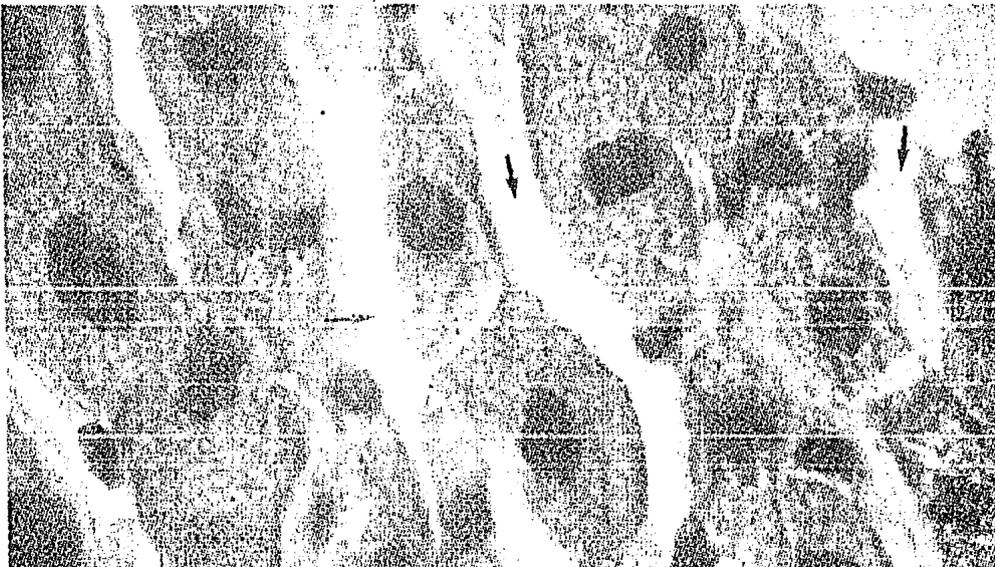


Fig 19. Células de la zona fasciculada, poliedricas con citoplasma vacuolar basófilo, dispuestas en cordones, relacionados con gran cantidad de sinusoides (flechas) 1600 X H-E



Fig 20. Células de la zona fasciculada, en diferentes momentos funcionales, se observan diferentes expresiones morfológicas del núcleo, la flecha muestra una mitosis. 1600 X H-E + cromación

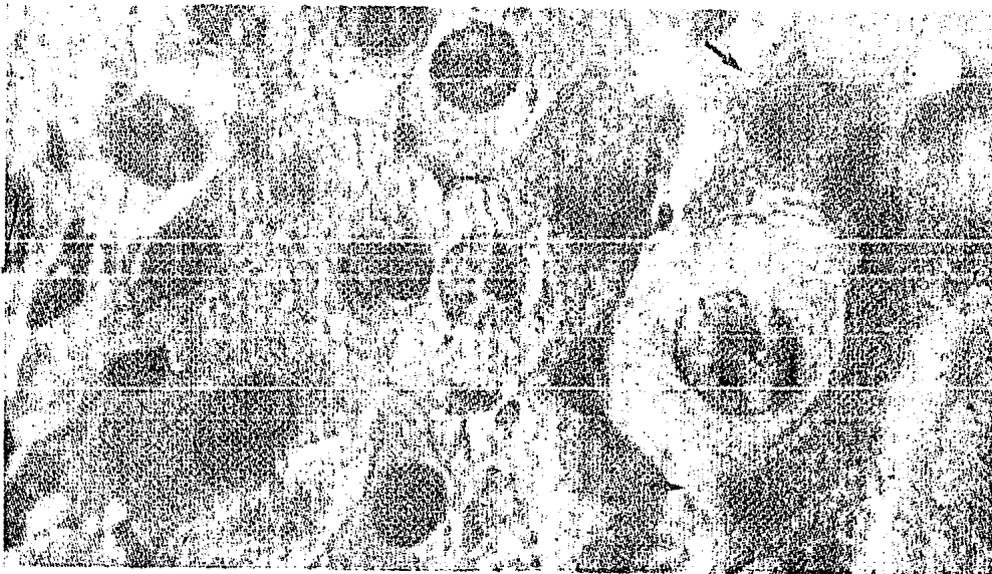


Fig 21. Células con una aparente reacción cromafín (flechas) presentes en la zona fasciculada. 1600 X H-E + c.

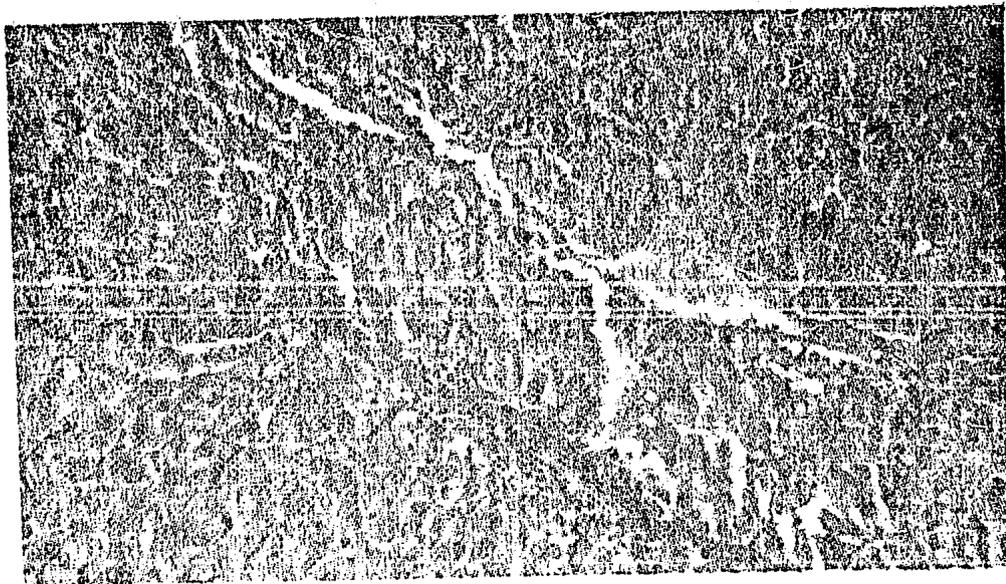


Fig 22. Zona reticular (R), rodeando a la médula (M) y separada por una gruesa capa de tejido conjuntivo fibroso irregular (flechas). 256 X H-E + c

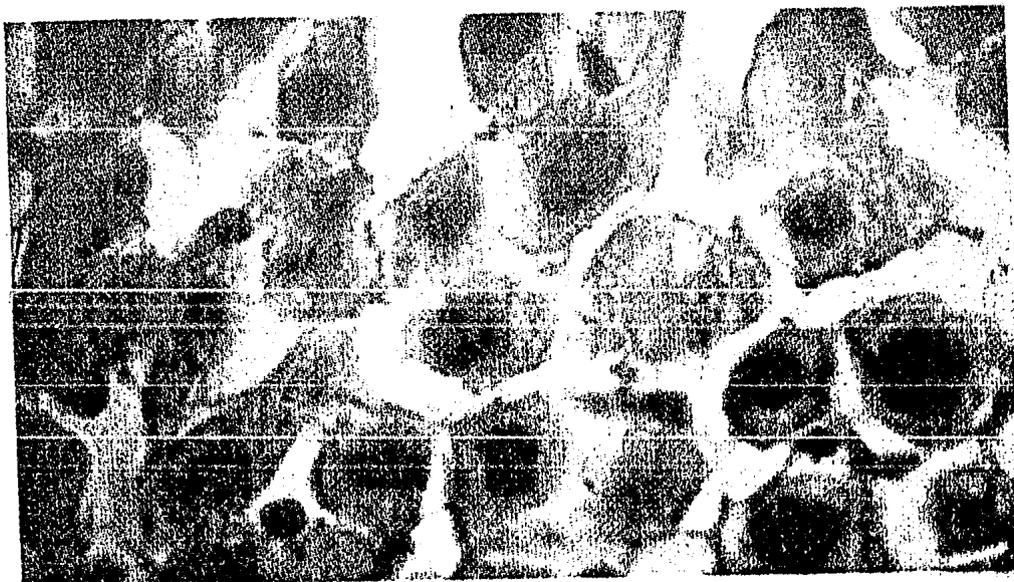


Fig 23. Células de la zona reticular, estrelladas con núcleo central y citoplasma vacuolar, dispuesto a manera de red. 1600 X H-E

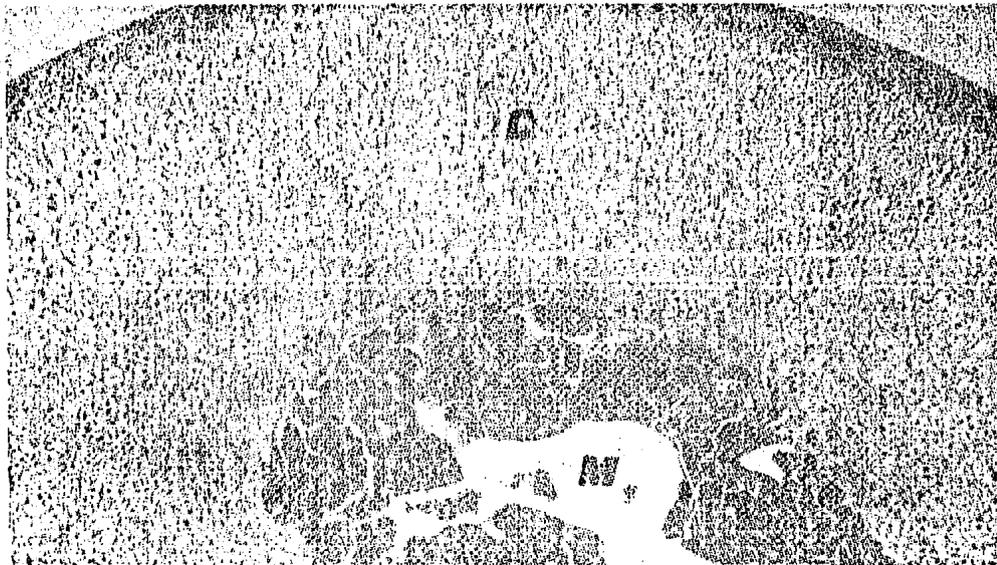


Fig 24. Corteza (C) y médula con reacción cromafín positiva (M). 100 X Schmorl

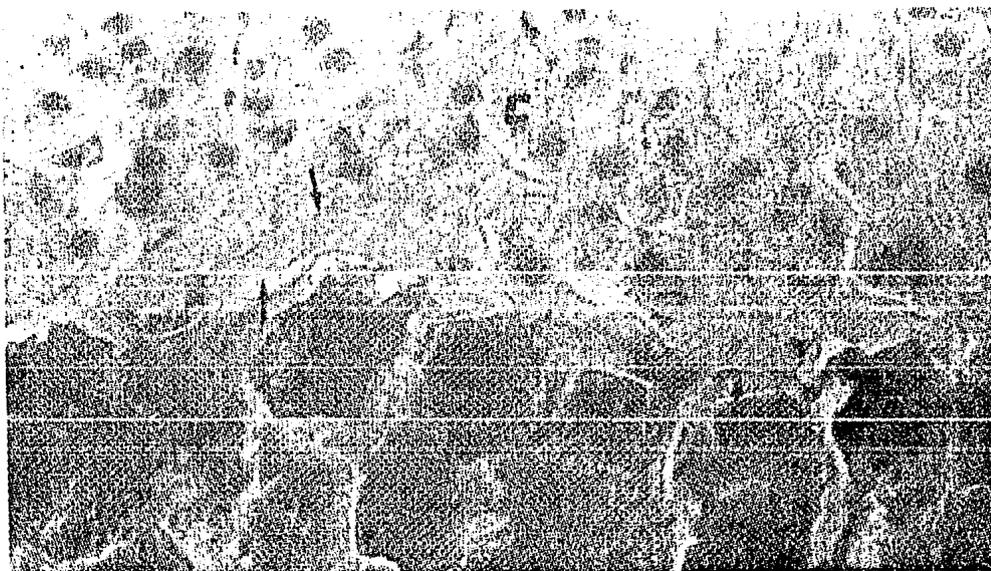


Fig 25. Límite entre la corteza (C) y médula (M), formado por haces de fibras colágenas (flechas). 640 X Schmorl

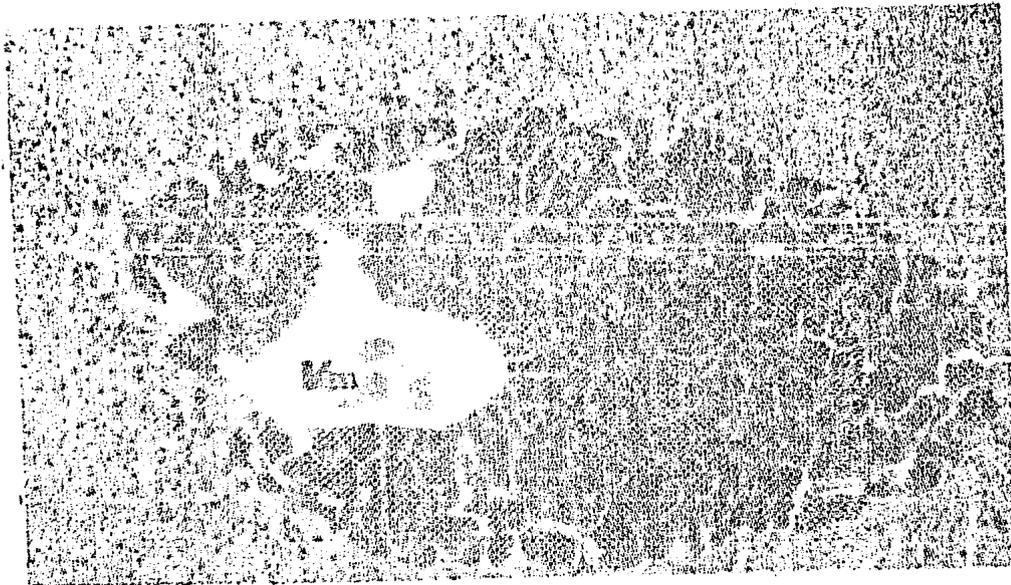


Fig 26. Médula adrenal (M), donde muestra reacción cromafín positiva y vena central medular (Vm). 100 X Schmorl

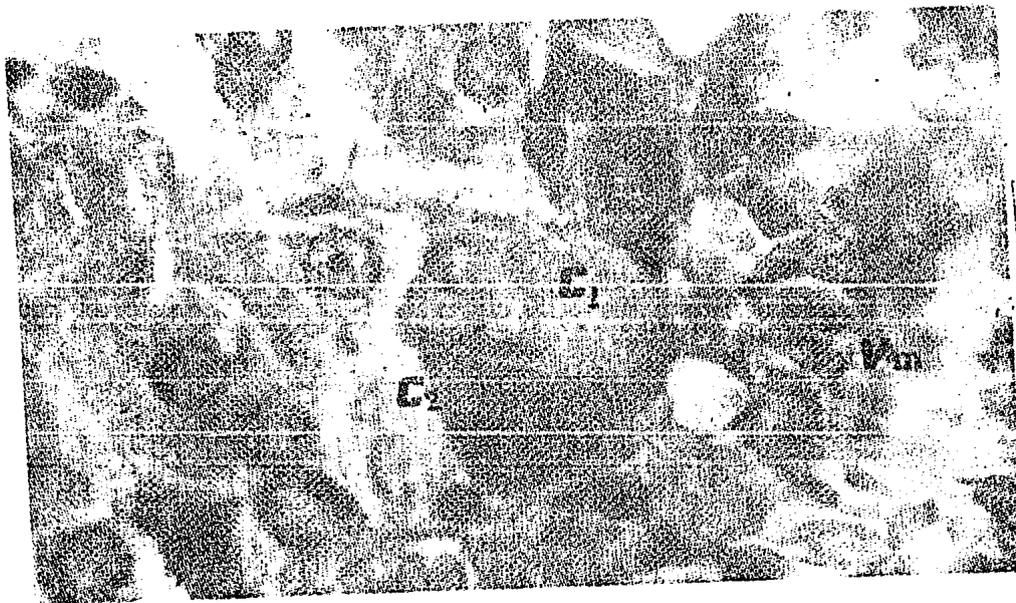


Fig 27. Células productoras de adrenalina (C_1) y noradrenalina (C_2) en relación con una vena medular (Vm). 1600 X ² H-E + c



Fig 28. Células cromoargentafines, evidenciando sus gránulos de secreción. 1600 X Barroso-Moguel



Fig 29. Cordon nervioso, en la zona fasciculada emitiendo finas prolongaciones (flechas), a la corteza, en su trayecto a la médula donde se ramifica. 1600 X Barroso-Moguel

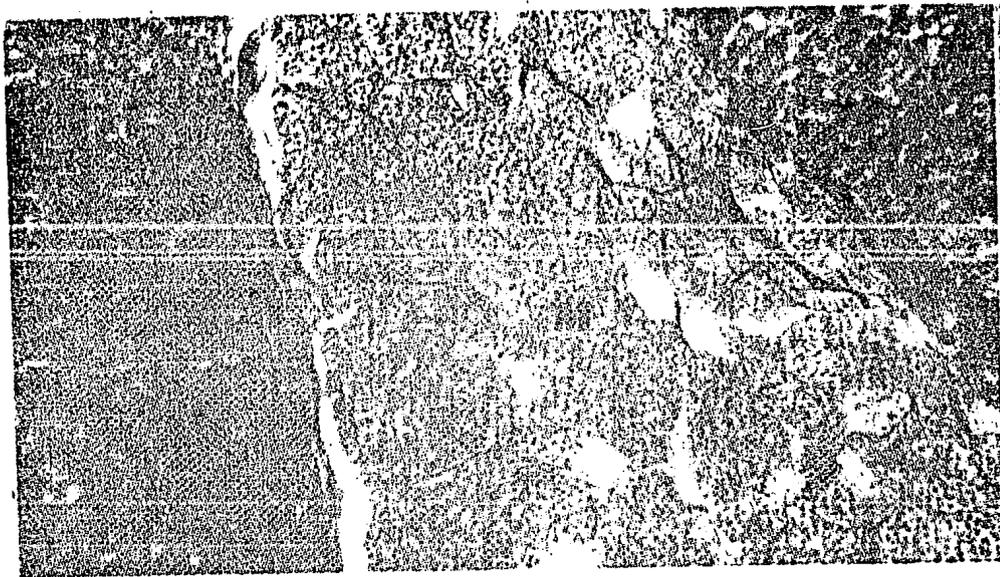


Fig 30. Paquetes nerviosos pequeños (flecha), distribuidos en la médula (M). 100 X Barroso-Moguel

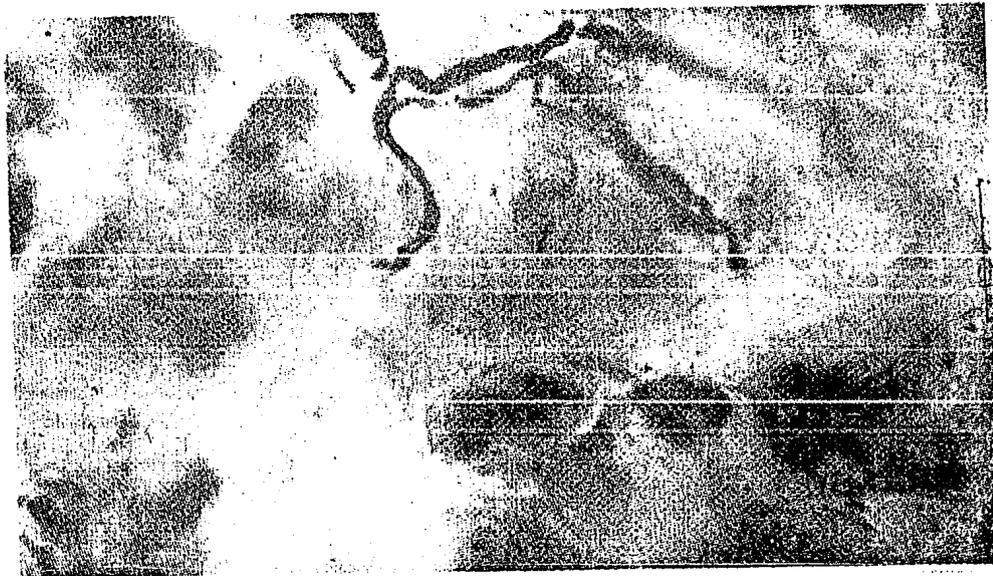


Fig 31. Fibras nerviosas y terminaciones en botón (flecha), innervando las células cromafines. 1600 X Barroso-Moguel



Fig 32. Cápsula (Cp), formada por fibras colágenas y fibro-
blastos principalmente. 1600 X H-E

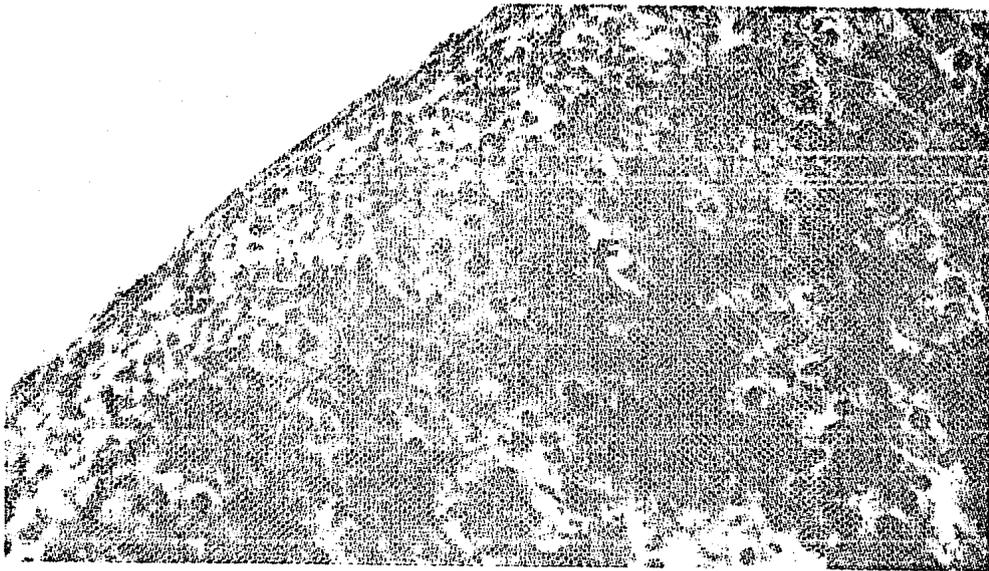


Fig 33. Estroma de la corteza; en la cona glomerular (G), no se aprecian fibras y en la zona fasciculada (F) se observan fibras reticulares sosteniendo los cordones (flecha). 410 X Doble Imp c/Pm

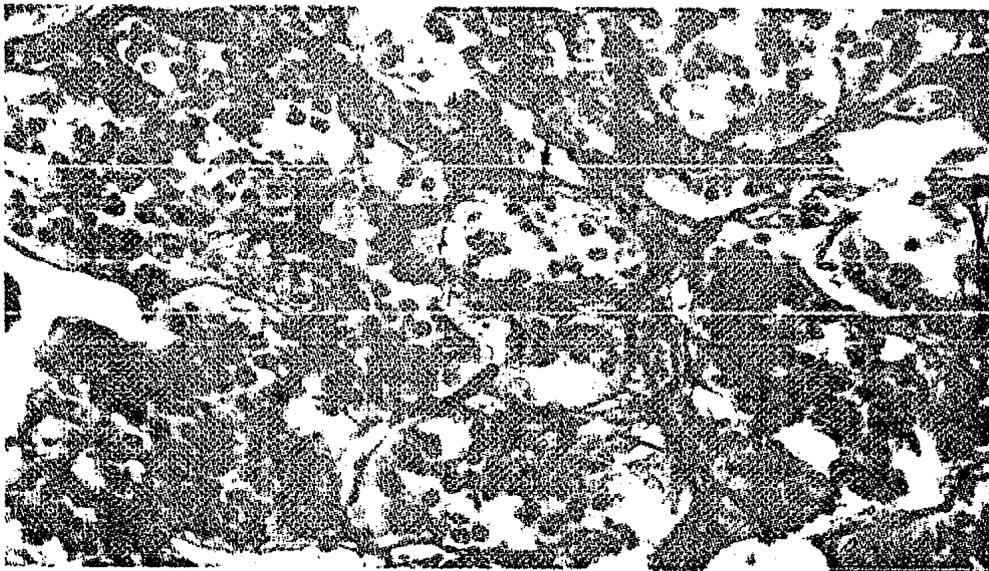


Fig 34. Armazon reticular medular, donde las fibras reticulares se encuentran rodeando grupos de células cromafines (flecha). 410 X Doble Imp c/Pm

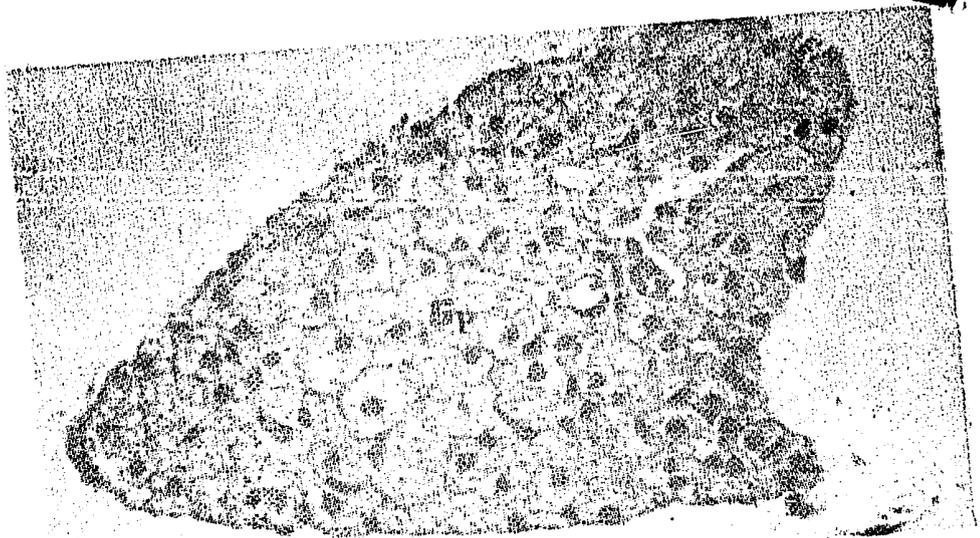


Fig 35. Fragmentos de grasa parda (Gp), localizada recubriendo las glándulas. 640 X H-E + c



Fig 36. Células adiposas multiloculares y ricamente irrigadas. 1600 X H-E + c

VI. DISCUSION

El presente trabajo, comprende una descripción histológica de las glándulas adrenales de Crotophaga s.s., y de Neotomodon a. a., considerando a estas especies representantes mexicanas de dos clases de vertebrados, la Clase Aves y Clase Mammalia respectivamente y en esta discusión se pretende con estos datos, hacer algunas interpretaciones biológicas.

Las características de las glándulas adrenales, son particulares tanto para cada clase, como para cada especie, habiendo algunas variaciones individuales dependiendo del estado funcional en el que se encuentre con el organismo.

Desde el punto de vista filogenético la glándula -- adrenal de las aves tienen un estado intermedio de evolución entre reptiles y mamíferos, representado por una mezcla de tejido interrenal y tejido cromafín compactados formando un órgano con poca diferenciación estructural zonal en relación a mamíferos (14).

La coloración de la glándula, varía en las diferentes especies debido al tipo de alimentación del organismo, en Crotophaga presenta una tonalidad amarillenta ya que su alimento principal consta de insectos; ortópteros y coleópteros.

El parenquima de la glándula de Crotophaga s.s., lo constituyen el tejido interrenal y el tejido cromafín, estos en proporciones aproximadas de un 50% para cada tejido, por lo que se considera que el tejido cromafín se encuentra muy desarrollado en relación a otras aves.

Algunos autores (8), mencionan que existe una predominancia de tejido interrenal, sobre el tejido cromafín en la mayoría de las especies por ellos estudiadas.

Este hecho, podríamos considerarlo como una respuesta adaptativa, debido a condiciones de stress, ya que estos organismos están sometidos a fuertes presiones selectivas (2), hecho demostrado por su desplazamiento a otros hábitats, así como por la elaboración de nuevas estrategias reproductivas (24).

El tejido cromafín, se encuentra distribuido en la periferia, haciendo penetraciones hacia el interior recubriendo al tejido interrenal, esto puede implicar una condición primitiva respecto a mamíferos; tanto embriológicamente como filogenéticamente, ya que las células nerviosas simpáticas que originan al tejido cromafín, llegan a invadir a las células mesoteliales formadoras del tejido interrenal y al parecer no realizan el desplazamiento hacia el interior de la glándula, después de la vida fetal, como se realiza en los mamíferos.

El tejido interrenal, de esta ave presenta un arreglo cordonal, estructurado, en el cual se podrían identificar dos tipos celulares, lo que confirmaría la idea de algunos autores que en ciertas especies de aves, poseen una zonación incipiente y por tanto más cercana a mamíferos (8). Esta zonación es el resultado de mayores necesidades fisiológicas del organismo, lo que implica una diferenciación estructural y funcional para la elaboración de mayor diversidad hormonal (8).

En Crotophaga parece haber una zonación de tipos celulares; con una tendencia hacia el patrón de zonación de los mamíferos, por lo que puede hacerse una correlación morfológica y funcional de estos tipos celulares con los de mamíferos.

Las células por nosotros identificadas, en el tejido interrenal (I_1), se asemejan a las de la zona fasciculada y las (I_2), a las de la zona glomerular de mamíferos.

Existen varios puntos a favor de la zonación del tejido interrenal en algunas especies de aves como: lo muestran los estudios realizados en plasma sanguíneo para analizar la presencia de hormonas (16); demostrándose la presencia de cortisol, corticosterona y aldosterona, de la misma manera que en mamíferos. La actividad renal y la actividad angiotensina en el plasma sanguíneo de aves, se ve incrementada a continuación de una hemorragia estableciéndose por tanto un papel fisiológico similar al de mamíferos (8). Otro apoyo serían los trabajos realizados sobre biosíntesis de estas hormonas siguiendo la secuencia de esteroidogénesis, corticosterona-hidrocorticosterona-aldosterona, característica para aves, encontrándose el mismo patrón que en la zona glomerular de mamíferos (16).

Sin embargo, se necesitaría realizar estudios complementarios para establecer firmemente la existencia de más de un tipo celular en el tejido interrenal de estas especies, sugerimos hacer análisis de plasma sanguíneo y biosíntesis hormonal como los mencionados, así mismo estudios a nivel de microscopía electrónica, para establecer las diferencias citológicas y fisiológicas entre ambos tipos celulares.

Como ya se mencionó, el papel fisiológico del tejido interrenal es principalmente mineralocorticoide, lo que ha permitido a algunos autores hacer una correlación entre la actividad funcional y el tamaño de la glándula (8). Las aves marinas, tienen unas glándulas adrenales más grandes, que las aves terrestres o las de agua dulce, debido a sus mayores requerimientos en la producción de corticosterona, necesaria para la regulación de la concentración de la sal (10), (16).

En este sentido el tamaño muy pequeño de la glándula y la proporción menor de tejido interrenal de Crotophaga en relación a otras aves es una condición derivada de su habitat terrestre y por lo tanto menor actividad mineralocorticoide.

El tejido cromafín se encuentra representado por células ganglionares y células cromafines en proporciones considerablemente mayor, este tejido empaqueta al tejido interrenal formando islotes.

Al parecer las células ganglionares están presentes como en mamíferos, remarcando la íntima relación con el sistema simpático, pues como es sabido, coinciden con las células cromafines tanto en origen embriológico, actividad biosintética y en sus relaciones anatómicas, con la diferencia de que las células cromafines se especializaron en la neurosecreción y las células ganglionares siguen siendo fundamentalmente neurotransmisoras.

En el tejido cromafín, proponemos la identificación de dos tipos celulares (C_1), elaboradoras de adrenalina y las (C_2) elaboradoras de noradrenalina, identificadas en base a sus características histoquímicas mediante el Mét. de Schmorl y la expresión morfológica de sus granulaciones, evidenciada por el Mét. Barroso-Moguel.

Diversos autores han realizado, estudios en varias familias de aves, para cuantificar las proporciones relativas de noradrenalina y de adrenalina dentro del tejido cromafín, para determinar con esto posiciones taxonómicas de las familias dentro de la Clase Ave (8).

En esta familia se considera un 50% de noradrenalina y la misma proporción de adrenalina, lo que implica un estado evolutivo intermedio de esta familia en aves, ya que en estados primitivos hay un predominio de noradrenalina, incrementan do los niveles de adrenalina en familias filogenéticamente más recientes.

Cabe señalar que nuestros resultados son cualitativos - y que concuerdan con resultados extraídos de los trabajos antes mencionados (8). Sin embargo proponemos la complementación de este trabajo con técnicas histoquímicas y la aplicación de microscopía electrónica y de fluorescencia, para poder obtener - datos cuantitativos precisos.

En nuestras preparaciones, para evidenciar los gránulos de secreción, con el Mét. Barroso-Moguel, estos no se pudieron apreciar de manera clara ya que existía poca concentración de catecolaminas, posiblemente esto fué debido a errores en el método de captura, durante el cual el animal fué sometido a condiciones de stress severas y por lo tanto la descarga de estas sustancias fue necesaria para realizar ajustes metabóli cos por parte del organismo.

La inervación de la glándula esta representada por - fibras preganglionares que se originan de la médula espinal, recorre el nervio esplácnico y llegan a la glándula en donde se remifican en paquetes, en nuestras observaciones parecen inervar únicamente a las células cromafines. Esta inervación tiene un significado especial, en cuanto a su funcionamiento, ya que implica la liberación de sustancias neurotransmisores que estimulan la actividad secretora del tejido cromafín, mien tras que para el tejido interrenal, la estimulación parece ser fundamentalmente hormonal.

Las terminaciones sinápticas observadas sobre el citoplasma de las células cromafines fueron únicamente en forma de botón. Estos botones terminales eran múltiples en algunas células.

La glándula se encuentra ricamente irrigada, como necesidad para vertir sus productos hormonas, de manera directa al torrente sanguíneo, el patrón característico para los dos tejidos, es que cada célula se encuentra en contacto al menos - por un extremo con un sinusoides.

La aparente zoanación del tejido interrenal, así como las proporciones relativas del tejido cromafín, apoyan para determinar una posición intermedia de esta especie dentro del grupo de las aves, existiendo otras especies en donde de acuerdo al estudio de las adrenales se ha podido determinar su cercanía al grupo de mamíferos, como es el caso del pelicano moreno Pelecanus occidentalis (8).

La íntima relación del sistema simpático, por parte del tejido cromafín, se ve reiterado en esta especie, por la presencia de un pequeño ganglio simpático localizado en el polo cefálico de la glándula en conexión con un nervio que la recorre. así como por penetraciones del tejido cromafín dentro del ganglio.

Una comparación de las células ganglionares dentro del tejido cromafín con las células nerviosas del ganglio, nos muestra que poseen las mismas características, lo que reafirma su origen embriológico y evolutivo común, formando parte del complejo simpático-cromafín (2).

Con respecto a la glándula adrenal de Neotomodon a.a., tenemos que sigue el mismo patrón estructural que el descrito para los mamíferos, presentando algunas variaciones propias - para esta especie.

El parenquima de la glándula esta constituido de corteza homologa al tejido interrenal, en la región externa y rodeando a la médula que corresponde al tejido cromafín de vertebrados inferiores.

En la corteza, debido a la disposición y aspecto de las células pueden apreciarse tres zonas concéntricas, del exterior al interior tenemos; zona glomerular, zona fasciculada y zona reticular. En este tejido se pueden apreciar la diversidad celular derivada de un tipo celular común de origen mesodérmico, al asumir funciones diferentes a la primordialmente establecida, es decir la regulación hídrica, comprobándose que cada zona produce diferente tipo de hormona con diferentes efectos biológicos; además de las proporciones relativas de cada zona, para cada especie, dependiendo de los requerimientos funcionales por parte del organismo (16), (26).

El ratón de los volcanes, presenta una zona glomerular poco desarrollada con células columnares pequeñas, presentando gran densidad celular, secreta principalmente aldosterona regulando los niveles de sodio, al incrementar la reabsorción - del mismo por el riñon, manteniendo los niveles de líquidos corporales, en relación con el sistema renina-angiotensina -- (16).

La zona fasciculada, formada por cordones de células poliédricas, se encuentra muy desarrollada en este organismo, como respuesta a su actividad esteroideogénica activa, para la formación de glucocorticoides, importantes en los mecanismos

de adaptación, con los cuales el organismo combate el estress crónico (2), (16), (26).

El ratón de los volcanes, se encuentra actualmente sometido a un estress continuo, debido a que su habitat está - fuertemente perturbado por lo que es posible que el gran tamaño de la zona fasciculada, sea la respuesta morfológica a estas condiciones (30).

Observamos, una parente reacción cromafín, en algunas células de la zona fasciculada, lo cual no interpretamos como reacción cromafín propia de las células, sino como un efecto aparente debido a la dinámica de la circulación portal (26), apoyandonos en el hecho de que este fenómeno se hizo patente con la Tec. de H-E + cromación y no con las técnicas específicas para cromafinidad, además que los vasos sanguíneos mostraron la misma coloración con esta técnica.

En cuanto al mecanismo de renovación celular observado a nivel de la corteza, consideramos varios criterios; como la hipótesis de que existe una evolución de las células de la corteza desde la zona glomerular hacia la zona reticular, una segunda hipótesis señala que los fenómenos de renovación celular tiene origen a partir de células de la zona fasciculada.

Con base en nuestras observaciones, es en la zona fasciculada, en donde existe gran polimorfismo celular, numerosas mitosis y células en diferentes fases de crecimiento, las que nos hacen apoyar la segunda hipótesis de la renovación celular a partir de células de la zona fasciculada, considerando que se lleva a cabo en toda la amplitud de la capa, aunque mayormente en el límite con la zona glomerular, por el mayor número de mitosis encontradas en esta región.

La zona reticular en esta especie, se encuentra reducida, con poca densidad celular, presenta células estrelladas dispuestas a manera de red, esta zona produce algunos glucocorticoides y andrógenos. El papel de esta zona es secundario en organismos adultos, ya que en la producción de glucocorticoides, la mayor cantidad es aportada por la zona fasciculada así mismo la cantidad de andrógenos es mínima y su importancia fundamental es cuando se encuentra formando parte de la zona fetal, donde se sintetiza grandes cantidades de esteroides, - que sirven como precursores para la síntesis de estrógenos por la placenta (16).

Aunque la relación entre corteza y médula es muy estrecha constituyendo una glándula endocrina, la separación - entre ambas en esta especie esta bien definida por medio de una trama de tejido conjuntivo, constituida principalmente - por fibras colágenas que se encuentra independizando a la médula de la corteza; aunque este tejido conjuntivo es vehículo de conducción para vasos sanguíneos mayores y nervios.

En este ratón, la médula se encuentra bien desarrollada, formada por cordones de células cromafines, de forma - irregular epiteloide, de las cuales se pudieron identificar dos tipos de células (C_1) productoras de adrenalina y las (C_2) productoras de noradrenalina, se menciona que en la mayoría de los roedores existe una predominancia marcada de las células productoras de adrenalina (29).

Los criterios en que nos apoyamos para identificar - estos dos tipos celulares fueron: que con la técnica histoquímica de Schmorl, las que presentan una tonalidad más oscura son las células de adrenalina y el que con técnicas de

impregnación argentica Met. Barroso-Moguel, las granulaciones más oscuras corresponden a adrenalina y las más claras a noradrenalina. Sin embargo para una confirmación exacta, se requiere de estudios en microscopía electrónica, o bien otras técnicas histoquímicas, además de otros estudios para la cuantificación de los tipos celulares.

La importancia de este tejido, radica en la actividad que ejerce sus hormonas, tanto en condiciones normales, como en respuesta a estados de emergencia, "síndrome de adaptación general"; se reconoce una dependencia entre la actividad de glucocorticoides y la interacción de las catecolaminas medulares lo que produce un ajuste metabólico inmediato en el organismo, como respuesta a fluctuaciones del medio ambiente. Esta interacción fisiológica, así como la ruta biosintética que va de tirosina-dopa-noradrenalina-adrenalina, esta a favor del criterio de la asociación de estos tejidos como respuesta a necesidades funcionales (2), (16).

La inervación de la glándula esta dada por medio de dos cordones principales, constituidos por fibras nerviosas preganglionares, en su trayecto hacia la médula emiten finas prolongaciones a las células corticales, hecho que demuestra que la estimulación de las células corticales no solo se realiza por la acción del sistema simpático (6), (16). las fibras llegan a la médula donde se ramifican en paquetes nerviosos menores, emitiendo terminaciones nerviosas a las células cromafines, - realizando de este modo una estimulación directa. Las terminaciones nerviosas observadas tienen forma de botón y hoz, siendo abundantes los primeros y escasos los segundos.

El estroma interno esta representado por fibras reticulares en la corteza en torno a los cordones celulares y en la médula con mayor densidad de fibras formando una trama a manera de red, rodeando los grupos celulares. Cabe señalar que este retículo sigue el mismo patrón que el descrito para ave.

Alrededor de la glándula se encontró un recubrimiento de tejido adiposo, con características de "grasa parda", el color es debido a la elevada cantidad de citocromos en las mitocondrias de sus células. Este tipo de tejido se encuentra en animales con hábitos invernantes, como es el caso del ratón de los volcanes y la relación que guarda con la glándula tiene dos aplicaciones, para ser utilizada por esta como reserva energética y como una estimulación al sistema simpático, del cual la médula forma parte.

El estudio de la glándula adrenal de estos organismos se realizó, como una aportación a la biología de estos, además de considerar que tiene el suficiente interés y aplicación para aprovechar al máximo cualquier tipo de investigación sobre esta glándula, debido a que sus componentes poseen características particulaes; por un lado la corteza es de vital importancia en condiciones normales, y por otro la interacción entre ambos tejidos es fundamental en la respuesta de adaptación frente a una amplia gama de presiones ambientales. El tejido cromafín, también ha tenido aplicaciones como modelo de laboratorio para neuronas y otras células secretoras y como sustituto de neuronas en clínica, entre otras (6).

VII. CONCLUSIONES

1. El estudio de la glándula adrenal de estos organismos representa una aportación a la biología de estas especies mexicanas.
2. El conocimiento de la glándula adrenal de Crotophaga sulcirostri s. nos permite proponer que su posición taxonómica es intermedia en relación a su clase.
3. En esta ave se determinó una paridad cualitativa entre la proporción de tejido interrenal y cromafín, lo que consideramos relacionado con una disminución de la actividad mineralocorticoide y con una respuesta de adaptación a presiones ambientales.
4. En esta especie encontramos evidencias morfológicas de zonación en el tejido interrenal lo que sugiere que la diversidad hormonal de este tejido a partir de las aves es funcionalmente transcendente.
5. Según nuestras observaciones, la inervación de la glándula de Crotophaga sulcirostris s., parece ser solamente sobre el tejido cromafín, lo que induce a pensar que la estimulación del tejido interrenal es fundamentalmente hormonal.
6. La glándula suprarrenal de Neotomodon alstoni a., muestra las características generales propias de los mamíferos superiores.
7. Se encontró una zona fasciculada muy desarrollada y activa lo que sugiere una predominancia de la actividad glucocorticoide, en respuesta a un estress crónico.

8. La inervación de la glándula de este ratón es mayor sobre el tejido cromafín pero en la corteza se observaron también finas colaterales nerviosas lo que demuestra que la estimulación de las células corticales es doble: hormonal y nervioso.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Andrew, W. 1974. Histology of the Vertebrates. The C. O. Mosby Company. Saint Louis. U.S.A. pp 338-346.
2. Barrinton, E.W. 1975. Introducción a la Endocrinología General y Comparada. H. Blume. / Madrid, España. pp 208-232.
3. Barroso Moguel, R. 1973. Tejido Adreno-Cromafín, Aspectos Anatómicos. Catecolaminas Conceptos Actuales. I.N.C. México pp 9-12.
4. Borysenko, M. 1985. Histología Funcional. Limusa. México
5. Burgos, M. 1959. Histochemistry and Electron Microscopy of the Three Cell Types in the Adrenal Gland of the frog. Anatomical Record 133:163-185.
6. Carmichael, S. 1985. The Adrenal Cromafín Cell. Scientific American 109:40-50.
7. Davis, W.B. y Rusell. 1953. Aves y Mamíferos de Morelos. Rev Soc. Mex. Hist. Nat., 4 (14): 77-197.
8. Epple, S. 1980. Avian Endocrinology. Academic Press. - New York. pp 271-318.
9. Estrada, E. F. et al. 1982. Manual de Técnicas Histológicas. AGT Editor México.
- 10 Feijoo, M. E. 1960. Estudio Anatómico Comparativo de las Glándulas Suprarrenales en algunas aves de México. Tesis Licenciatura Fac. Ciencias U.N.A.M.
- 11 Greep Roy, O. 1975. Histología. Editorial "El Ateneo". - España.
- 12 Hamilton, W. J. 1975. Embriología Humana. Ed. Interamericana. Buenos Aires, Argentina. pp 538-540.
- 13 Hatman, F.A. 1959. Notes on the Adrenal the solth. Anatomical Record 133:105-113.
- 14 Hildebran, M. 1982. Analylis of Vertebrate Sctructure. Wiley. New York. pp 377-385.

15. Langman, J. 1976. Embriología Médica. Ed Interamericana México. pp 330-333.
16. Norris, D. O. 1980. Vertebrate Endocrinology. Lea & Feiger. Philadelphia. pp 300-332.
17. Paniagua, R. and Nistral M. 1980. Introducción a la Histología Animal Comparada. Ed Labor Universitaria. México.
18. Patt, D. 1969. Comparative Vertebrate Histology. Harper & Row. New York. pp 409-414.
19. Peralta, L. Z. 1965. Comparación Estructural Filogenética de la Glándula Suprarrenal en Anfibios, Reptiles, y Mamíferos. U.N.A.M. *Inedito.
20. Pirlot, P. 1976. Morfología Evolutiva de los Cordados. Ed. Omega. Barcelona, España. pp 848-853.
21. Skutch, F. 1959. Live History of the Groove Billed Ani. condor 46 (5): 281-317.
22. Teitelman, G. 1984. Expression of the phenyl Etanolamine N metil transferasa in Simpathetic neurons and extra--adrenal Cromafin Tissue of chick embryos in vivo and in vitro. Dev. Brain Res 13 (2): 283-292.
23. Varano, L. 1979. The Adrenal Cromaffin Tissue in Vertebrates. Gen Comp Endocrinol. Italy 40(3): 312-313.
24. Vehrencamp, S. L. 1978. The Adaptative Significance of Communal Nesting in Groove Billed anis Crotophaga sulcirostris. Behav. Ecol. Sociobiol 41:1-33.
25. Welsch y Storch, 1976. Estudio Comparativo de la Citología e Histología Animal. URMO S.A. de Ediciones. España.
26. Williams, R. 1984. Tratado de Endocrinología. Salvat - Editores. Barcelona, España pp 289-317.
27. Williams, S.L., Ramírez Pulido. 1984. Morphometric variation in the colcano mouse. Peromyscus (Neotomodon) alstoni (Mammalia: Cricetidae). Ann of Carregie Museum.
28. Williams, S.L., Ramírez Pulido, J, y Baker R. 1985. Mammalia Species Peromyscus alstoni. The American Society of Mammalogist. 242:1-4.

29. Wood, J. 1977. Identification of and Observations on -
Epinephrine and Norepinephrine Containing Cells in the
Adrenal Médula.
30. Zarco, D. 1981. Estudio sobre el crecimiento del ratón
de los volcanes Neotomodon alstoni nacido en el Labora-
torio (F₁ y F₂). Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias .
U.N.A.M.