



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales IZTACALA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA METAMORFOSIS
ESPONTANEA E INDUCIDA EN TRES ESPECIES
DEL GENERO Ambystoma.**

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 N

JOSE DE JESUS VELAZQUEZ ARROYO

FABIAN CID HERNANDEZ

SAN JUAN IZTACALA, EDO. DE MEX.

1982



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 esta 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.

A MIS PADRES:

Por la unidad que mantienen, con
fianza, interés y amor, lo cual -
ha permitido que termine mis es-
tudios y este trabajo.

a mis hermanos y en especial a
mi hermano Victor (D.E.P) por -
su apoyo y aliento que me permi-
tieron darme cuenta que con vo-
luntad, esfuerzo y valor todo se
puede lograr.

a dios ,por mantener mi fe

AGRADECIMIENTOS:

M.C. Dra. Elsa Calleja Quevedo

Con respeto y agradecimiento por
sus consejos y orientación

Dr. Gonzalo Garcia Nava.

Con sincero agradecimiento por -
su ayuda y apoyo para realizar -
este trabajo.

Biol. Aurelio Ramirez Bautista

Por sus valiosas apreciaciones y
ayuda brindada.

Al honorable jurado:

M.C. Biol. Hector Barrera Escorza.

Biol. José Antonio Meyran Camacho.

Biol. Laura Colin Barenque

Por su interes y gran ayuda

I N D I C E

Introducción -----	I
Cambios metamorficos -----	3
Objetivos -----	10
Resumen de reportes bibliograficos acerca de la metamorfosis -----	11
Material y reactivos -----	13
Metodo -----	15
Resultados	
Metamorfosis espontánea -----	22
Metamorfosis inducida -----	24
Concentración de T_3 en el plasma de los organismos premetamorficos -----	40
Concentración de T_3 en el plasma de los organismos postmetamorficos -----	41
Características del medio acuatico original de cada una de las especies --	42
Discusión -----	54
Conclusión -----	67
Bibliografía -----	69

INTRODUCCION

El nombre anfibia indica una característica fisiológica - que es el hecho de vivir parte de la vida en el agua y parte en la tierra; pero no es absoluta ni universal para determinar la - amplitud de una clase zoológica. Se dice que no todos los ani - bios son amphibia, ni todos los amphibia son anfibios, por ejem - plo algunas ranitas arborícolas no ponen sus huevecillos en el - agua y por otra parte, existen muchos animales acuáticos que ade - más de respirar aire están adaptados a la vida acuática, como - las tortugas marinas y los cocodrilos que pasan la mayor parte - de su vida en el agua. Linneo al crear el grupo zoológico desig - naba con el nombre de anfibios no solo a las ranas, sapos y sala - mandras, sino incluía lagartijas, tortugas, cocodrilos y otros ani - males (Noble 1973).

De acuerdo al concepto actual, la clase Amphibia se compone de seis órdenes, tres de ellos compuestos por formas desaparecidas: orden Labyrinthodontia, orden Phyllospongyli y el orden Lepospongyli y tres que comprenden a las especies vivientes: or - den Salientia (ranas y sapos), orden Caudata (salamandras y ajo - lotes) y el orden Gymnophiona (cecílicos) (Smith 1971).

El orden Caudata agrupa anfibios de forma ancestral poco - modificada, con cola durante toda la vida, dos pares de miembros - presentan piel desnuda desprovista de escamas y rica en glándu - las mucosas, carecen de tímpano y cavidad timpánica pues el oi - do es puramente interno. La larva y el adulto tienen tamaño seme - jante, ambas formas tienen además dientes en las dos mandíbulas, formando un grupo natural en el cual sus integrantes reciben los nombres comunes de ajolotes y salamandras. El suborden Ambystomi

El orden suele dividirse en cinco subordenes: Cryptobran - choidea, Ambystomoidea, Proteida y Neantes. El orden Ambystomoidea comprende únicamente la familia Ambystomidae, que viven en la re

gión Neartica, la cual comprende caudados con vertebras anficélicas. Son los animales que en México reciben los nombres de ajolotes y achoques. Ambystoma es el género que tiene mayor número de especies mexicanas: A. tigrinum el cual se localiza casi en todos los Estados Unidos y la altiplanicie mexicana, A. lacustris que habita en la laguna de Zumpango, A. subsalum habita en las aguas salobres de la laguna de Alchichica, A. dumerilli que se localiza en el lago de Patcuaro, A. mexicanum en Xochimilco y aguas adyacentes, etc. (Schmidt 1953).

El Ambystoma pasa a través del estado larvario como otros anfibios y con el tiempo adquiere pulmones, con los que es capaz de respirar aire atmosférico. El género Ambystoma incluye un gran número de especies mexicanas, las cuales a su vez, presentan dentro de sus poblaciones individuos neoténicos, los cuales alcanzan la madurez sexual sin experimentar la metamorfosis. Es decir, retienen las características larvales aún siendo individuos sexualmente inmaduros. En los lagos mexicanos donde los ajolotes abundan, por alguna razón todavía no precisada, casi nunca pasan del estado larvario aún siendo organismos sexualmente maduros (Dent 1968).

Este hecho despertó el interés desde el siglo pasado entre los naturalistas, puesto que ambos, Ambystoma y ajolote eran propuestos como géneros distintos. En 1864 durante la guerra entre México y Francia, el general Forey por aquel tiempo oficial durante la guerra, envió al museo de París seis ajolotes vivos, de los cuales al año siguiente se obtuvo una cría y de esta algunas larvas se metamorfosearon espontáneamente dando origen a un organismo descrito anteriormente como una especie de tinta de A. mexicanum, así de una manera casual se descubrió que estos dos géneros eran una misma especie y que el ajolote no es más que el estado larval de A. mexicanum.

En los anfibios la metamorfosis corresponde a una serie de cambios profundos que permiten el paso de la vida acuática a la vida terrestre y cuya duración alcanza algunos días.

La metamorfosis se caracteriza por tres órdenes de fenómenos que en el ajolote se comienzan a manifestar en una serie de cambios anatómicos y bioquímicos:

a) Ciertos órganos degeneran total y definitivamente

Fusión del pliegue gular

Las hendiduras branquiales se cierran de la cuarta a la quinta.

La capa gruesa de grasa presente en la larva se pierde.

b) Algunos órganos sufren retoques estructurales

Cambios en la forma de la cabeza, de cóncava dorsoventral a cóncava en dirección dorsal.

La mandíbula sobresale ligeramente

Los narices se desplazan dorsalmente hacia la cara

Se observa exoftalmia (Brandon 1976)

c) Otros adquieren plena función.

Se forma un párpado superior

transición de hemoglobina larval a hemoglobina adulta -

(Tompkins 1977)

Pocos estudios existen acerca de la metamorfosis espontánea de A. mexicanum y mucho menos o ninguno acerca de A. bombyx - illum, no así de A. tigrinum el cual está relacionado con A. tigrinum velasci este último considerado una subespecie de la anterior.

Los actuales trabajos sobre la metamorfosis espontánea se han basado principalmente en otras especies de el género Ambystoma, algunos de los cuales han analizado aspectos ecológicos y comparativos de la mismas, así tenemos que:

A. dumerilli raramente se metamorfosea, casi nunca en la naturaleza: de 225 especímenes reportados durante los últimos 35 años (Dunn 1939, Maldonado 1948, Duellman 1961, Brandon 1970, referidos por Brandon 1976) ninguno mostro algúna signa de cambio metamórfico. Sin embargo especímenes obtenidos y llevados a laboratorio al cabo de permanecer largo tiempo en el mismo, cerea de un tercio de los animales capturados y de la primera generación sufrieron la metamorfosis espontánea, siempre con resultados fatales, los organismos murieron después de experimentar la metamorfosis (Brandon 1976).

Las larvas de A. tigrinum comienzan a madurar después de haber alcanzado un tamaño crítico (Anderson y Worthington 1971).

A. roseaceum aparentemente siempre se transforma después de madurar sexualmente (Anderson 1961). La respuesta metamórfica en A. ordinarium es lábil con algunos especímenes neoténicos y adultos postmetamórficos en muchas poblaciones. En el occidente de los Estados Unidos A. tigrinum es comúnmente neoténico y adultos postmetamórficos se presentan en las mismas poblaciones (Anderson y Worthington 1971).

Smith (1969) señala que A. mexicanum es una especie neoténica no obligada, porque algunos de los animales obtenidos en Xochimilco se transformaron espontáneamente en el laboratorio, sin embargo este hecho no parece ser cotidiano en su ciclo. A. mexicanum aparentemente es una especie neoténica que parece resistir mejor la metamorfosis que A. dumerilli (Brandon 1976). Las larvas de la especie A. maculatum pueden metamorfosearse entre pesos de 0.24 y 2.34 g y entre un período de 57 a 144 días después de la cría.

La metamorfosis solo toma lugar entre un rango limitado de tamaño corporal, muchos factores ambientales, tales como el frío, depredación, competencia alimenticia, densidad poblacional, etc., pueden influir sobre el tamaño para la metamorfosis (Wilbur et al 1973).

Los rangos y datos sobre la metamorfosis están determinados

por un mínimo tamaño corporal que debe ser obtenido y un máximo que no será excedido para la metamorfosis (Wilbur et al 1973).

Por otra parte no esta claro si A. mexicanum se transforma en la naturaleza. Hay duda de que los reportes de metamorfosis - en laboratorio fueron basadas en esta especie o en A. tigrinum.

Hay una extensa y confusa literatura sobre la metamorfosis de A. mexicanum en México y en colonias de Laboratorios (Smith y Smith 1971). La ambigüedad permanece aún en recientes publicaciones al hacer la distinción entre A. mexicanum y A. tigrinum (Brandon 1976).

La metamorfosis se ha inducido en A. mexicanum, en A. tigrinum y otras especies del género Ambystoma por medio de hormonas tiroideas (T_3 y T_4) o en base a TSH (hormona estimulante de la tiroidea) e inhibiendo la acción antitiroidea de ciertas hormonas como la Melatonina, prolactina ó analizando el papel que desempeña la TRH (hormona liberadora de tirotropina) dentro de la metamorfosis, todo lo anterior en favor de explicar la retención de la neotenia en el ajolote, sin embargo pocos trabajos se han avocado a analizar y comparar las distintas respuestas adaptativas de las especies de el género Ambystoma a las hormonas tiroideas.

El ajolote mexicano es una salamandra neotónica que puede ser inducida a metamorfosearse mediante la administración de hormonas tiroideas (Huxley 1920). Se descubrió hace años que la ingestión de material de la glándula tiroidea aceleraba la metamorfosis. Por lo contrario, la extirpación del rudimento de tiroidea de las formas larvales impedía la metamorfosis, de tal forma puede lograrse la metamorfosis en animales tiroidectomizados, al administrarseles tiroglobulina o tiroxina (Gudernastsch 1912).

La diyodotironina tiene menor eficacia y aún menor actividad las sales orgánicas de yodo ó el yodo elemental las que no obstante pueden desencadenar la metamorfosis si aparece en cantidades suficientes (Allen 1938). Se ha observado en varias espe

es una gran diferencia entre sí, respecto a su capacidad de respuesta a la tiroxina. Algunas especies como el ajolote mexicano no desarrollan un grado considerable de reactividad a este factor y en consecuencia no experimentan transformaciones (Swingle 1922). El ordenamiento de los eventos de la metamorfosis de los anfibios viene en parte, del aumento gradual de la actividad tiroidea y la capacidad de respuesta de los tejidos del organismo a la hormona (Lynn et al 1951, Etkin 1968 y Wilbur 1973). Prahlad et al (1965) mostraron que la sensibilidad tisular a las hormonas tiroideas exógenas estaba presente desde poco después de la eclosión. Administraron dosis únicas de T_3 y T_4 a grupos de animales los cuales variaban en edad de 3 días hasta 571 días y observaron cambios en todos los grupos, algunos respondieron a la inyección de solo 1 ug de T_3 , muchos fueron inyectados con 10 ug de T_3 o más.

Varios reportes indican que sólo yodotironinas (T_3 y T_4) son liberadas dentro del torrente sanguíneo del ajolote premetamórfico y no monoyodotirosinas (MIT y DIT) (DeGroot 1965). Prahlad (1967) indujo la metamorfosis mediante la administración subcutánea de T_3 en *A. mexicanum*, de sus experimentos con cluye: la capacidad de acumular yodo isotópico por la tiroidea postmetamórfica fue aproximadamente ocho veces mayor que la encontrada en la glándula premetamórfica. Por otra parte una gran concentración de mono yodotirosina (MIT) se encontró en el ajolote premetamórfico, de lo anterior finalizó: el eje pituitaria - tiroidea es inadecuadamente funcional en el ajolote premetamórfico y el cual llega a ser totalmente funcional en el animal postmetamórfico después de la administración de una sola dosis de tiroxina (T_4) o de triyodotironina (T_3) (Prahlad 1967).

En todos los especímenes tanto juveniles como adultos de Ambystoma mexicanum y A. tigrinum la metamorfosis fue inducida en base a el uso de L-tiroxina disuelta en solución salina y mezclada con agua potable y en la cual los especímenes fueron inmersos. En A. dumerilli tanto en especímenes juveniles como adultos la metamorfosis condujo a la muerte de los organismos (Brandon 1976). Por otra parte la metamorfosis fue inducida con T_4 cuando se inyectó a dosis bajas, sugiriendo esto que los tejidos del ajolote son normalmente sensitivos a las hormonas tiroideas (Taurog 1974).

Los folículos llenos de la tiroides en el axolote premetamorfico indican que la pituitaria es capaz de secretar TSH, la cual en algún grado influye sobre la tiroides (Prahla V. Kadda 1967). La metamorfosis en el ajolote mexicano fue inducida por la diaria inyección de TSH ovina y no por la inyección de grandes dosis de yodo (Taurog 1974).

Norris et al (1973) observaron que la diaria inyección de TSH ovina indujo la metamorfosis en 24 días en el 100% de los especímenes tratados de A. tigrinum. La administración crónica de TSH ovina estimuló grandemente la actividad tiroidea a juzgar por el aumento de I tiroideo en la glándula y de $I T_4$ en circulación, estos datos soportan el punto de vista de que la falta de metamorfosis en el ajolote esta relacionada a una baja velocidad de secreción de TSH por la pituitaria. Por otra parte la administración crónica de LATS (estimulador tiroideo de larga actividad) no indujo la metamorfosis y no tuvo efecto sobre el metabolismo de I tiroideo (Taurog 1974).

Con el fin de saber si el defecto de la baja liberación de TSH residía en la pituitaria o en el hipotálamo, la metamorfosis se indujo en el axolote mexicano a dosis de 100 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de peso corporal de T_3 aplicada subcutáneamente, obteniendo un gran incremento en el material neurosecretorio de la eminencia media, esto sugiere que la neurosecreción activa la secreción de TSH -

rriza 1971).

Intentando probar la hipótesis de que las hormonas tiroideas afectan la hormona liberadora de tirotrópina TRH durante la metamorfosis, esta fue inducida en A. mexicanum. A dosis de 1 ug de T_3 inyectada subcutáneamente la respuesta metamérfica no se lleve a cabo así a dosis de 5 ug de T_3 donde la misma se induce en el 100 % de los especímenes utilizados. Ningún cambio en los niveles tisulares e sanguíneos de TRH fueron encontrados durante la metamorfosis, lo cual sugiere que ninguna acción hipotalámica de la hormona tiroidea durante la metamorfosis envuelve la hormona TRH en esta especie (Sawin et al 1978).

Intentos sobre inducción de la metamorfosis en A. mexicanum en base TRH fueron realizados por C. Oliver et al (1974). Los animales fueron inyectados e sumergidos en agua conteniendo TRH, los resultados fueron negativos a despecho de grandes dosis utilizadas.

TRH puede tener un efecto predominante sobre la prolactina (Clemens et al 1976) más que sobre TSH ó puede ser más bien un neurotransmisor (Nicoll 1971).

Se sabe que TRH (hormona liberadora de tirotrópina) estimula la secreción de prolactina después de su administración al hombre (Bowers et al 1971) toro (Convey et al 1973) y oveja (fell et al 1973) y a la vez inhibe la metamorfosis en renacuajos y en la salamandra tigre. El supuesto de que la prolactina es responsable de mantener las características larvales en animales sexualmente maduros (Bern et al 1967) no es sostenido por la relativamente poca cantidad de prolactina en la pituitaria (Morris et al 1972).

Influencias inhibitorias de la glándula pineal sobre la función tiroidea han sido demostradas en mamíferos. La pinealectomía incrementa el aumento de radioyodo en la tiroides de mamíferos y la Melatonina inhibe los aumentos de Radioyodo (Reiter y Fraschini 1969). Exogenamente administrada la melatonina se -

llega a concentrar en el hipotálamo como primer paso para ejercer sus efectos biológicos, los cuales son, incrementalmente en los niveles de serotonina y decremento en la síntesis proteica (acción antagonica a la de las hormonas tiroideas) (Baschieri et al 1962).

Recientes trabajos sugieren que la melatonina inhibe la liberación hipotálamica de la hormona liberadora de tirotrópica - TRH distinta de TRH. (Panda et al 1968 y Etkin 1968). Podría ser que a través de los ciclos de iluminación oscuridad la pineal por medio de su hormona Melatonina, jugará un determinado papel en la metamorfosis; puesto que la melatonina inhibe el ovario, la hipertrofia e hiperfunción ováricas que se observan en los animales expuestos a la luz puede interpretarse como respuesta a la desaparición de una influencia inhibitoria (Hoffman y Reiter 1965).

En trabajos anteriores se ha inducido la metamorfosis en el axolote mexicano y en A. tigrinum generalmente mediante la utilización de hormonas tiroideas y otras hormonas como TSH, glucocorticoides, TRH e incluso mediante I y en varias ocasiones se ha bloqueado la misma metamorfosis mediante el uso de hormonas de efecto antitiroideo (goitrogénico) como son la Melatonina y la prolactina, en un intento por explicar la neotenia y retención de la misma en dichas especies y otras relacionadas circunstantemente.

Pero pocos estudios se han avocado a comparar la respuesta metamórfica entre varias especies del género Ambystoma e incluso entre especies mexicanas de el mismo género. Solo Brandon (1977-76) han realizado este tipo de estudios comparativos, pero aún en este estudio los datos comparativos se han llevado a cabo con el fin de establecer diferencias entre especies mexicanas y norteamericanas y no se ha analizado el aspecto ecológico de la misma y su posible papel dentro de la metamorfosis, solo un aspecto ecológico de la misma ha sido llevado a cabo en A. maculatum por Wilbur et al 1973.

Por otra parte los especímenes utilizados en varios trabajos o estudios, han sido obtenidos de colonias en la gran mayoría, los cuales han permanecido mucho tiempo bajo condiciones de laboratorio y en algunos de ellos se ha recurrido, como base de la alimentación trozos de hígado de res y músculo cardíaco, órganos en los cuales se lleva a cabo principalmente el catabolismo de las hormonas tiroideas.

Brandon (1976) señaló pudiese ser que estos organismos obtenidos en Xochimilco entre los años 1968-1971 fueran claramente de dos fenotipos distintos los cuales pudieran haber contribuido a el genoma de algunos stocks de laboratorio, lo cual explicaría la metamorfosis espontánea que se presenta en algunos especímenes.

1. El presente estudio tiene como finalidad: Realizar un estudio comparativo de la metamorfosis tanto espontánea como inducida entre tres especies mexicanas de distintos habitats
2. análisis de sus respuestas a las hormonas tiroideas y sus posteriores consecuencias sobre su ciclo vital.
3. Comparar nuestros resultados sobre inanección de la metamorfosis por medio del fármaco Cynomel (sal sódica de la L-triptófano) con aquellos que reporta la bibliografía para la metamorfosis espontánea e inducida en A. mexicanum y A. tigrinum, esta última relacionada con nuestra especie de estudio A. tigrinum velasci considerada una subespecie de A. tigrinum.
4. Inferir el papel que juegan los factores medio ambientales (habitat densidad poblacional, ciclos de iluminación y alimentación entre ellos) dentro de el proceso de la metamorfosis, parámetros poco considerados en trabajos sobre inducción de la metamorfosis.

Reportes bibliograficos sobre induccion de la
metamorfosis.

Autor	C.L.	Dosis	Edad	N.E.	Resultados y observaciones.
Prahlad y De Lanney (1965) A. m.	T: 22+1 ⁰ c A: Hígado de res M.A.: agua potable V.A.: I.S.	10 ug de T ₃	3-8 dias	30	Todos los especimenes - se metamorfosearon en - tre los 24 y 31 dias, - los especimenes murie - ron entre los 34-42 dias. A grandes dosis (30 y 60 ug de T ₃) y corto tiempo de exposicion a la misma (3 dias) la superviven - cia fue menor (20-22 dias). Los tejidos no lle - gan a ser sensitivos al - mismo tiempo, muestran va - riacion temporal a la - hormona exogena.
Prahlad y De Lanney (1966) A. m.	T: 22+1 ⁰ c A: Hígado de res M.A.: agua potable V.A.: I.S.	10-50 ug de T ₃	10/12 y 18 y - meses	8 y 24	24 metamorfoseados en 15 dias, 6 murieron entre - los 17 y 34 dias. 8 de 8 - se metamorfosearon en 14 dias.
Prahlad y De Lanney (1967) A. m.	T: 22+1 ⁰ c A: Hígado de res M.A.: agua potable V.A.: I.S.	10 ug de T ₃	Adultos - pre y - postmeta - morficos	26 en - cada - caso	Metamorfoseados todos en un lapso de 24-31 dias - Presente en circulacion - una gran concentracion - de monoyodotirosina y ti - roxina sin poderse expli - car.
Iturriza - F.C. (1971) A. m.	T: 19-21 ⁰ c A: Hígado de res M.A.: agua potable V.A.: I.S.	100- ug de T ₃	sexual - mente in - maduros	10	10 de 10 especimenes se - metamorfosearon en 15 - dias. No hubo cambios mo - tables en los testigos.
Norris D.O. et al (1972) A. t.	T: no espe - cifica A: " M.A.: "	T ₄ 10 ⁻⁶ M	Sexual - mente in - maduros - y sexual - mente ma - duros	36 en - cada - caso	36 de 36 especimenes se - xualmente inmaduros se - metamorfosearon al ser - inducidos a travez de la hormona. Los especimenes - sexualmente maduros se - metamorfosearon exponta - neamente.

Reportes bibliograficos sobre inducción de la
metamorfosis.

Autor	C.L.	Dosis	Edad	N.E.	Resultados y observaciones
Norris D.O. (1976)	T: 16-18°C A: y 2.0	0.02, 0.2	nectemi- 8 para- cos y -	8 para- cada dosis	Los organismos metamorfoseados en cada dosis para los especimenes neotemicos fueron: 3/8, 7/8 y 8/8. 0/9 y 9/9 en el caso de larvas inmaduras.
A. t.	M.A.: 0.2 y 2.0	0.2 y 2.0	larvas - 9 en ca sif	larvas - 9 en ca sif	
-	V.A.: I.I. de T ₄	I.I. de T ₄	inmaduras de do- sis	inmaduras de do- sis	
-	F.P.: 12 o 12 I.	12 o 12 I.			
Taugog A. (1974)	T: 0.5 y 2.0 A: Hígado de res	0.5 y 2.0 ug de T ₄	15-28y 4 en ca 21-26 g.da rango	4 en ca g.da rango	4 de 4 especimenes metamorfoseados en 24-28 días para dosis de 0.5 ug y 3 de 4 en 17-21 días para dosis de 2.0 ug de T ₄
A. m.	M.A.: agua potable	agua potable			
	V.A.: I.I.	I.I.			
	F.P.: -	-			
Brandon R.A.T. (1976)	T: 18-19°C A: Hígado de res.	0.5 y 4.	sexual mente- inmadu- ros	2	Metamorfoseados 2/2 en - ambos casos; vivieron me- nos tiempo (58-60 días)- que el especimen metamor- foseado espontaneamente- (569 días).
A. m.	M.A.: agua- potable.	agua- potable.			
	V.A.: Imm.	Imm.			
	F.P.: I.N.	I.N.			
Sawin et al (1978)	T: 16°C	5.0 ug -	9-20 - meses	15	Metamorfosis en II especi- menes de II meses en un- lapso de 14-15 días.
A. m.					

Tabla de equivalencias de las abreviaturas.

A:	alimentación
A. m.:	<u>Ambystoma mexicanum</u>
A. t.:	<u>Ambystoma tigrinum</u>
C.L.:	condiciones de laboratorio
F.P.:	foto período
I.I.:	inyección intraperitoneal
Imm.:	inmersión
I.S.:	inyección subcutanea
M.A.:	medio acuatico
N.E.:	número de especimenes
T.:	temperatura
V.A.:	vía de administración.
/	relación de organismos metamorfoseados entre número de organis- mos utilizados.

MATERIALES Y REACTIVOS:

Acido acético

Agua destilada

Amortiguador veronal

Anticuerpo para T_3 . Antisuero extraído por medio de inmunización a conejos con complejo tiroglobulina T_3 y fibrinogeno T_3 .

Carbon activado (Norit A) al 0.5 % .

Fármaco Cynomel. (sal sodica de la L-triiodotironina)

B.S.A (albumina de suero de bovino) al 0.1 %.

Carbonato anhídrido de sodio

Citrato de sodio

Complejo tiroglobulina T_3 (T_3 -Tg) (Sigma Chemicals)

Hormona marcada I^{125} T_3 actividad especifica 54 mCi/mg

Hidroxido de sodio al 0.1 N

Reactivo de arsenomolibdato

Reactivo de cobre

Solución glucosa a concentraciones de : 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 g/100ml

Cintas reactivas: Combustest, glucocinta, papel pH universal.

Agitador vortex

Balanza analítica

Balanza de dos platillos Ohaus (2 kg)

Centrífuga clinica

Cinta metrica

Contador automatico gamma Packard

Refractómetro

Espectrofotómetro Spectronic 20

Estufa

Mecnero

Gradillas

Micropipetas

Pipetas

Pinzas

Reloj

Refrigerador.

Tubos de ensayo
 Vasos de precipitado
 Vernier.

SOLUCIONES:

Solución estándar:

La triyodotironina disuelta en 0.2 ml de NaOH al 0.1 N y diluida en concentraciones distintas de 0.2, 2, 5, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 ng/ml en 0.8 ml de fosfato buffer al 0.05M más B.S.A al 0.1% y Na ácido a un pH de 7.5

Buffer Barbital (Amortiguador veronal):

Solución A: I4.-

42 g de dietilbarbiturato de sodio en 1 lt de agua destilada para obtener una solución 0.07 M.

Solución B: ácido clorhídrico al 0.07 M, es decir, 2.52 ml de HCl al 36 % aforados a 1 lt de agua destilada. Se mezclan 50ml de la solución A con 6 ml de la solución B para obtener un pH de 8.6 y se aforan a 200 ml.

Amortiguador Fosfatos:

Solución concentrada de A: se disuelve 6.9 g de fosfato sodico monobasico en 1 lt de agua destilada para obtener una solución 0.05 M.

Solución concentrada B : se disuelven 7.09 g de fosfato sodico dibasico en 1 lt de agua destilada para obtener una solución 0.05 M. Se mezclan 39 ml de la solución A con 61 ml de la solución B los cuales se aforan a 200 ml para obtener un pH 7.

Solución de glutaraldehído al 0.02 M.

MÉTODOS:

Animales.

Se obtuvieron un total de 90 organismos promediando en longitud 19-22 cm y peso de 60-55 g, de tres especies distintas del género Ambystoma durante los meses de Enero y Marzo de 1981.

Sexualmente inmaduros

- 40 especímenes juveniles sexualmente inmaduros (no hubo manifestación de desarrollo cloacal) de Ambystoma mexicanum se obtuvieron de los canales del pueblo de Mixquic Delegación de Milpa Alta D.F.
- 20 especímenes juveniles sexualmente inmaduros de Ambystoma bombypellum obtenidos de las aguas adyacentes a el pueblo de Zacatepec y
- 10 especímenes sexualmente inmaduros de Ambystoma tigrinum velasci obtenidos de la Laguna de el Carmen Tequixtlan Tlaxcala.

Sexualmente maduros

- 20 especímenes sexualmente maduros (mostraron al ser obtenido desarrollo cloacal) de Ambystoma tigrinum velasci obtenidos de la Laguna de el Carmen Tequixtlan Tlaxcala.

Fueron mantenidos bajo condiciones de laboratorio en peceras que presentaron áreas secas, con el fin de que el organismo una vez experimentada la metamorfosis emigrara a dichas áreas.

La temperatura fue ambiental y sus valores fluctuaron de acuerdo a la época de el año entre 9 y 22 °c. La alimentación fue exclusivamente a base de peces, a razón de 0.5 a 1 g cada tercer día. La iluminación fue natural aunque esta varió de acuerdo a la estación del año.

Parámetros morfológicos :

Con el fin de establecer comparaciones entre las tres especies de estudio (Ambystoma mexicanum, Ambystoma tigrinum velasci y Ambystoma bombypellum) con respecto a

sus respuestas a la metamorfosis espontánea e inducida, se tomaron en consideración los siguientes parámetros morfológicos:

- 1.Reducción promedio en longitud (mm) del penacho branquial
- 2.Inicio de la muda
- 3.Desaparición del pliegue gular
- 4.Disposición de las naras
- 5.Aparición de la cola en forma de timón
- 6.Exoftalmia
- 7.Peso inicial y final
- 8.Talla inicial y final
- 9.Tiempo total para la metamorfosis.

La toma de peso de cada organismo se realizó cada semana - al principio y posteriormente a los primeros cambios anatómicos visibles (reducción del penacho branquial, aparición de la cola en forma de timón, exoftalmia, etc.,) cada tercer día mediante el uso de una balanza de dos platillos y capacidad de 2 Kgs. La talla se tomó en cm, desde el punto más anterior de la mandíbula inferior hasta el extremo más posterior de la cola, también al inicio de la obtención del espécimen y al final de la metamorfosis externa. La reducción del penacho branquial se midió con ayuda de un vernier, al igual que el diámetro de la cola al inicio y final de la metamorfosis.

Metamorfosis espontánea e inducida.

Cada especie se subdividió de acuerdo al número de especímenes en grupos con el objeto de:

- 1.Determinar el número de organismos metamorfoseados espontáneamente en cada una de las especies así como el tiempo para la misma.

- 2.Inducir la metamorfosis en las especies de estudio a dosis distintas por medio de la administración del fármaco Cynomel.

3. Analizar el papel que desempeña el fotoperiodo en la retención de la neotenia en Ambystoma mexicanum.

En base a lo anterior y al número de especímenes de cada categoría, los organismos se repartirán con de acuerdo a el siguiente cuadro:

Tabla # I

Especie	Nº de individuos	Dosis del fármaco	Condiciones de laboratorio.
<u>Ambystoma mexicanum</u>	10	-	12 hrs iluminación-12 hrs oscuridad A: peces M.A.: agua potable H.: pecera
<u>Ambystoma mexicanum</u>	10	-	Oscuridad continúa A: peces M.A.: agua potable H.: pecera
<u>Ambystoma mexicanum</u>	10	12.5 ug / 100 g de peso.	12hrs iluminación-12hrs oscuridad A: peces M.A.: agua potable H.: pecera
<u>Ambystoma mexicanum</u>	10	25.0 ug / 100 g de peso	"
<u>Ambystoma bombypellum</u>	7	-	"
<u>Ambystoma bombypellum</u>	7	12.5 ug / 100 g de peso	"
<u>Ambystoma bombypellum</u>	6	25.0 ug / 100 g de peso	"
<u>Ambystoma tigrinum velasci</u>	10	-	"
<u>Ambystoma tigrinum velasci</u>	10	12.5 ug / 100 g de peso	"
<u>Ambystoma tigrinum velasci</u>	10	25.0 ug / 100 g de peso	"

Con el objeto de inducir la metamorfosis se utilizó el fármaco Cynomel (sal sodica de la L-triiodotironina 25 ug equivalentes a 0.1 mg de T_4) el cual se fraccionó para su utilización en dos dosis 12.5 y 25 ug que se suministraron oralmente utilizando como vehículo de administración el vientre de un pez previamente sacrificado y desviscerado y posteriormente expuesto el complejo pez-fármaco al espécimen con el fin de que este lo ingiriera. En caso de que el organismo evitará ingerir el complejo, se procedió a abrirle ambas mandíbulas e introducirle directamente y profundamente en la garganta el complejo, sin embargo la mayoría lo ingirió directamente. Dichas dosis se aplicaron en los grupos de cada una de las especies (Tabla# I).

Determinación de T_3 en el suero o plasma de los especímenes. técnica de Radioinmunoensayo (Nejad et al 1975).

A fin de determinar las concentraciones sanguíneas de T_3 tanto en los especímenes premetamorficos como postmetamorficos - así como si las mismas eran afectadas durante el proceso de metamorfosis y comparar diferencias en la concentración de esta entre las especies a diferentes dosis, se procedió a determinar T_3 en el plasma de acuerdo a la técnica de Radioinmunoensayo (Nejad et al 1975), la cual es específica pues se basa en una reacción antígeno anticuerpo este último es sumamente específico para T_3 y da pocas reacciones cruzadas, además de que la técnica no requiere de la administración de yodo marcado al organismo. El yodo marcado que es utilizado se hace solo a través del uso de una hormona marcada comercial $^{125}I - T_3$ actividad específica 54 mCi/ml (Sigma). Con dicho fin se tomó sangre directamente del corazón de los organismos y se centrifugó a 3 000 rpm durante 5 min. y su concentración se determinó de acuerdo a la técnica de Mitsuma et al 1972).

Análisis de compuestos orgánicos e inorgánicos y parámetros físicos de agua del medio original donde se obtuvieron los especímenes:

Con el fin de comparar el medio acuatico de cada una de las especies estudiadas se procedió a analizar los siguientes parametros fisicos:

I.pH.-

Se determino por medio de la utilización de cintas reactivas, la cual se introduce brevemente en la muestra, se extrae y se lee en el cuadro patron. Se utilizarón varios tipos de cintas.

2.Densidad.-

Se determino por medio de un densinometro y un refractometro en el cual se coloca una gota del agua problema y se lee .

3.Absorbancia y transmitancia:

En dos cubetas o tubos de espectrofotometro se coloca en uno de ellos agua destilada 5 ml y en el otro 5 ml de la muestra de agua problema, se introduce el tubo de agua destilada en el aparato y se ajusta el mismo 100% de transmitancia y cero de absorbancia a una longitud de onda de 390 u, se extrae el tubo de calibración y se coloca el tubo con la muestra de agua problema y se lee. Lo anterior con el objeto de establecer de manera indirecta, la concentración de solutos en dichas aguas y su efecto sobre la disminución de visibilidad o penetración de luz al fondo.

4.Profundidad:

Se midio por medio de un plomo sujeto a un extremo de una cinta graduada en cm hasta 4 mts.

5.Visibilidad al fondo:

Se cuantifico por medio de disco de visibilidad el cual se encuentra sujeto al extremo de un cable.

Químicos (organicos):

I.Carbohidratos : Prueba cualitativa (Benedict) y-
Prueba cuantitativa (Nelson-Somogyi).

Prueba cualitativa (Benedict):

En un tubo de ensaye- se colocan 1.0 ml de agua problema y 5.0 ml de reactivo de Bene - dict, se agitan y mezclan y se coloca el tubo con el compuesto en- baño maría durante 5 min. se deja enfriar a temperatura ambiente- y se lee: azul negativo, azul verdoso huellas y verde 0.5 % azuca- res.

Prueba glucocinta lilly:

Se introduce una cinta reac- tiva para la glucosa en la muestra de agua problema se extrae in- mediatamente y se lee en el patron. Anteriores pruebas se realiza- ron con objeto de determinar cualitativamente la presencia de azu- cares, en el caso de la muestra de agua obtenida de las cercanías- de el Pueblo de Zacatepec el resultado fue positivo, de tal manera que se procedio a cuantificar la cantidad de el azucar presente.

Prueba Cuantitativa (tecnica de Nelson-Somogyi pa- ra glucosa).

Se basa en la elaboración de una curva estándar (ca- libración), donde concentraciones conocidas de glucosa son equiva- lentes a las lecturas obtenidas para la mismas en el espectrofoto metro en unidades Klett, absorbancia ó transmitancia, así para una- solución problema de glucosa, se somete esta al procedimiento uti- lizado para soluciones conocidas de glucosa, obteniendo una deter- minada lectura y si esta se localiza sobre la curva (extrapola - ción) encontraremos la concentración de glucosa para la muestra.

Prueba para determinación de proteína (Del ácido - acético y del calor).

Esta es una prueba cualitativa realizada con el fin de de rminar la presencia de proteínas en la muestra y no- de cuantificarlas, en caso de que se demostrara su presencia se re- curriría a la prueba cuantitativa de proteínas de Biuret.

En un tubo de ensaye se colocan 10 ml de la muestra, la cual- se acidifica con algunas gotas de ácido acético al 30%. Se calien-

Prueba de nitritos.

Dicha prueba se determino por medio de la utilización de cintas reactivas combur test, la cual se introduce en la muestra de agua problema se extrae y se lee en el patron. Se obtuvo como resultado "huellas" del mismo en la muestra. Con el fin de cuantificar la concentración de nitritos se procedio a realizar una prueba cuantitativa Espectrofotometrica, de la cual se obtuvieron valores negativos.

RESULTADOS

Metamorfosis espontánea

Ambystoma mexicanum (Fig. # 3)

De 10 especímenes sexualmente inmaduros mantenidos bajo un ciclo de 12 hrs de iluminación-12 hrs. oscuridad, sólo un espécimen se metamorfoseó después de 5 meses de haberse colectado de los canales del pueblo de Mixquic (Fig. # 1). Su peso inicial fue de 65 g y de 28.45 g al final de la metamorfosis, la pérdida de peso aproximadamente fue de 0.26 g/día (Cuadro # 2).

Los restantes especímenes sólo mostrarán signos de cambios anatómicos, no desapareció en ninguno de ellos el pliegue gular (Fig # 8), el penacho branquial sólo se redujo ligeramente hasta tener una longitud final promedio de 12-13 mm y la pérdida de peso fue aproximadamente de 0.15 g/día (Cuadro # 1), murieron todos entre los meses de septiembre y octubre, siendo sexualmente inmaduros (Fig # 6). La metamorfosis en el espécimen metamorfoseado se llevó a cabo posteriormente a haber alcanzado la madurez sexual. Ninguno de estos especímenes presentó la muda y no hubo cambios apreciables en la disposición de los hares.

En un grupo de 10 especímenes mantenidos en agua original de su medio acuático del cual se obtuvieron sólo un espécimen se metamorfoseó durante el mes de septiembre y sobrevivió 120 días. Ningún organismo de los 10 mantenidos bajo oscuridad continúa se metamorfoseó, sin embargo mostraron signos de cambios anatómicos visibles aunque menos marcados a los presentados por aquellos mantenidos en un ciclo de 12 hrs iluminación - 12 hrs oscuridad, su pérdida de peso fue de 0.09g/día en promedio (Cuadro # 1). Murieron posteriormente entre los meses de Abril - Mayo siendo sexualmente inmaduros (No hubo desarrollo de la cloaca Fig # 6).

Ambystoma bombynellum (Fig. # 20 y 21).

Todos los especímenes de Ambystoma bomby -

pellum mantenidos bajo un ciclo de 12 hrs iluminación - 12 hrs - oscuridad se metamorfosearon después de haber manifestado desarrollo cloacal.

El inicio de la madurez sexual se observo en los primeros días de Enero y 23-25 días después todos los organismos habían finalizado la metamorfosis. La pérdida de peso fue aproximadamente en promedio de 0.28g/día (Cuadro# 8).

Ningún cambio en la coloración de la piel se observó, la muda se realizo en ocasiones cada 2 días, sin embargo no parece ser ciclica, pues en ocasiones sucede antes o un día después. Por otra parte hubo ligero aumento en la longitud una vez finalizada la metamorfosis, al inicio de la misma su longitud promedio fue de 18.5 y al final resulto ser de 18.8 cm.

Ambystoma tigrinum velasei (Fig.# 18)

Obtenidos el 17 de Enero de 1981 los especimenes mantenidos bajo un ciclo de 12 hrs de iluminación - 12 hrs oscuridad se metamorfosearon (Fig. # 17) 10 de 10, en un periodo de 26-30 días despues de haberse observado en todos los especimenes desarrollo cloacal (Fig.# 19). Su peso inicial promedio inicial fue de 49.0 g y su peso final de 42.0 g (Cuadro# 5), es decir, durante el lapso de tiempo comprendido desde su obtención hasta su metamorfosis - su pérdida de peso promedio fue de 0.28g/día. Ningún especimen de Ambystoma tigrinum velasei mantenido en agua del medio acuatico-original se metamorfoseo, no hubo manifestación de desarrollo cloacal, su peso inicial promedio fue de 84 g y su pérdida de peso de 0.197 g/día, el número de especimenes fue de 10.

Concentración de la hormona tiroidea T_3 en el plasma de los especimenes premetamorficos.

Ningun resultado positivo se obtuvo sobre la concentración de T_3 en los especimenes de A. mexicanum sometido a oscuridad continua en un total de 3 muestras obtenidas y ensayadas por duplicado cada una. Sólo un dato positivo de las tres muestras ensayadas para determinación en plasma de T_3 se encontro en los organismos sometidos a un ciclo de 12 hrs iluminación - 12 hrs obscu

dad y cuyas cifras fueron 0.6 ng/ml.

La concentración promedio en plasma de T_3 para el animal premetamórfico de A. tigrinum velasei fue de 4.7 ± 0.26 ng/ml - muestras tomadas una semana después de haberse obtenido el espécimen. Para los organismos postmetamórficos del mismo fue de 1.0 ± 0.2 ng/ml, muestras tomadas una semana después de finalizados los cambios anatómicos visibles de la metamorfosis (resorción completa del penacho branquial, aparición de la cola en forma de timón, etc.). Las cifras para A. bombypellum en el caso de los organismos premetamórficos fueron de 3.1 ± 0.36 y de 1.1 ± 0.17 ng/ml para los organismos postmetamórficos del mismo (Cuadro # - II).

METAMORFOSIS INDUCIDA

Ambystoma mexicanum (Figs. # IO y II).

A dosis de 12.5 ug del fármaco Cynomel no se indujo la metamorfosis en ninguno de los especímenes sometidos (IO) a dicha dosis. No hubo desarrollo de la cloaca, sin embargo los organismos mostraron signos de cambios anatómicos, reducción del penacho branquial hasta 6-7 mm en promedio de longitud total, es decir, desde su origen en la piel del craneo hasta su extremo distal, no hubo aparición de la cola en forma de timón, presentaron ligera exoftalmia y finalmente murieron en un lapso de 25-28 días después de la administración del fármaco entre un peso de 34-35 g. Un espécimen sobrevivió 4 meses, su peso final fue de 28.3 g. La pérdida de peso promedio en los especímenes sometidos a la dosis de 12.5 ug de Cynomel fue de 0.25 g/día (Cuadro # 3).

Finalizados los cambios anatómicos visibles de la metamorfosis en otras especies, aproximadamente en un período de 30-32 días, en A. mexicanum no se manifestó el evento y la pérdida de peso decreció hasta un 0.19 g/día.

La metamorfosis se indujo en IO de los IO organismos de Ambystoma mexicanum sometidos a inducción a través de la administración de 25 ug del fármaco Cynomel en un lapso de 47-50 días - el peso promedio inicial fue de 55.7 g y el final de 33.4, la -

perdida de peso durante el proceso de la metamorfosis fue de 0.-34 g/día (Cuadro# 4). Finalizados los cambios metamorficos, la perdida de peso correspondio a un 0.19 g/día.

Ambystoma bombypellum (Figs.# 20 y 21).

En 7 de 7 organismos de A. bombypellum sometidos a dosis de 12.5 ug del fármaco Cynomel, la metamorfosis se indujo, el peso inicial promedio fue de 64 g y el final de 44 g, correspondiendo a una perdida de peso de 0.54 g/día (Cuadro# 9), el lapso para la metamorfosis fue de 32-35 días.

A dosis de 25 ug del fármaco Cynomel, la metamorfosis se indujo en el 100% de 6 especímenes de A. bombypellum en un periodo de tiempo de 23-25 días, el peso inicial promedio fue de 67 g y el final de 44 g correspondiendo a una perdida de peso promedio de 0.85 g/día, la perdida de peso posterior a la metamorfosis fue del orden de 0.20 g-día en los 30 días siguientes (Cuadro# 10).

En ambos casos la metamorfosis así inducida fue un grave evento, todos los especímenes murieron entre los meses de mayo y abril. Se observe aumento de peso y edematización en tres de ellos.

Ambystoma tigrinum velasci (Figs.# 16 y 17)

En lapso de tiempo de 28-30 días la metamorfosis se completo en todos los especímenes de A. tigrinum velasci sometidos a 12.5 ug de T₃ (Cynomel), el peso inicial promedio de los especímenes fue de 70 g y el final de 53.4 g correspondiendo a una perdida de peso de 0.616 g/día, al final de la metamorfosis en los siguientes 30 días su perdida de peso decrecio hasta el orden de 0.27 g/día (Cuadro# 6). Finalmente los especímenes murieron durante los meses de febrero y marzo.

A un peso inicial de 63.4 g se administro a 10 especímenes de A. tigrinum velasci dosis unicas y vía oral 25.0 ug del fármaco Cynomel, la cual indujo la metamorfosis en el 100% de los organismos en 20-22 días, periodo durante el cual la perdida de peso promedio hasta finalizada la metamorfosis fue de 0.73 g/día, pos

teriormente la pérdida del mismo fue de 0.17 g/día. (Cuadro # 7).²⁶

Todos los especímenes sometidos a dicha dosis murieron posteriormente entre los meses de Marzo-Abril.

Todos los especímenes de A. mexicanum metamorfoseados se - obscurecieron y los cromatóforos tomaron disposición irregular en todo el cuerpo. (Figs. # 4 y II). La muda ocurrió en 4 de ellos aproximadamente a los 26 días después de la administración de - 25 ug del fármaco Cymonel, en los demás en días subsecuentes, - una iniciada en todos los especímenes se manifestó cada tercer día, sin embargo, no se sucede ciclicamente, pues el período varío para la misma en los organismos. Se observó disminución en el tamaño corporal una vez finalizada la metamorfosis, la longitud - inicial promedio fue de 22.0 cm y la final de 19.5 cm.

Con respecto a A. bombypellum ningún cambio se observó en lo referente a la coloración ni en lo relacionado a la longitud - inicial y final en la metamorfosis.

La muda se inició en promedio, una semana después, - de la administración del fármaco a dosis de 25.0 ug y 15-20 días después de administrada la dosis de 12.5 ug del mismo. Dos meses posteriormente de la metamorfosis los organismos murieron.

Los especímenes de A. tigrinum velasci mostraron obscurecimiento con respecto a su coloración inicial (Figs # 15 y 16), - sin embargo algunos mostraron aclaramiento. Los cromatóforos se dispusieron de manera más o menos regular a cada lado del dorso del espécimen, en seis de ellos la muda se inició tres días después de la administración de la dosis. Un ligero aumento en la talla se observó en los especímenes, referido principalmente a - un alargamiento de la cola en forma de timón.

Concentración de la hormona tiroidea T_3 en la muestra de - plasma de animales postmetamorficos (Cuadro # 12).

La concentración de T_3 (triyodotironina) en el plasma

A. mexicanum 30 días después de la administración oral de 12.5 ug de el fármaco Cynomel (no se indujo la metamorfosis en ningún espécimen) fue de 0.8 ± 0.2 ng/ml en promedio y de 2.5 ± 0.5 ng/ml a dosis de 25.0 ug de el fármaco Cynomel una semana después de concluida la metamorfosis.

Una vez finalizada la metamorfosis, inducida a dosis de 12.5 y 25 ug en *A. tigrinum veláscei*, las concentraciones de T_3 en las muestras de plasma de los mismos fueron de 1.5 ± 0.5 ng/ml y de 2.6 ± 0.6 ng/ml respectivamente.

Para *A. bombypellum* a dosis de 12.5 y 25 ug de el fármaco Cynomel, la concentración de la hormona tiroidea T_3 fueron: 10, 15 y 9 para dosis de 12.5 ug y de 1 y 3 ng/ml para dosis de 25 ug, sin embargo las muestras se contaminaron con parte de la hormona marcada y más especímenes no se pudieron obtener.

Características del medio acuático original de cada una de las especies.

A. mexicanum se obtuvo de los canales de el pueblo de Mixquie, situado en la delegación de Milpa Alta D.F. los cuales tuvieron en un tiempo comunicación con los canales de Xochimilco, sin embargo actualmente no existe ninguna comunicación entre los mismos y su aporte hídrico proviene de un manantial y de la lluvia durante los periodos de la misma. El agua de los canales es utilizada para riego de las siembras. Los canales presentan una profundidad media de 2.5 mts y la iluminación al fondo alcanza 1 mt, de tal manera, que la iluminación que recibe el espécimen, el cual casi siempre permanece en el fondo, es nula y solo la recibiría al salir a la superficie. (Fig. # 2).

No existen variables drásticas en el medio, la temperatura varía entre los 5 y los 15 °C dependiendo de la época de el año, durante la época de sequía la profundidad disminuye.

La laguna de el Carmen Tequixtlan, Tlaxcala se localiza a 65 Km de distancia de la Ciudad de Puebla, rumbo a Texiutlan Tlax

cala esta rodeada de un medio semiarido, la vegetación es muy escasa. presenta ndo solo matorrales cerca de las orillas de la misma. La laguna presenta una gran superficie y se localiza en una llanura. La temperatura es elevada a medio día alcanza los 28° c. Esta laguna constituye el habitat de A. tigrinum velasei (Figs. - # 12 y 13).

El medio acuatico que constituye el habitat de A. bombypellum lo representa las aguas adyacentes a el pueblo de Zacatepec, las cuales presentan actualmente un alto grado de contaminación termica proveniente de los desechos de cuerpos de agua provenientes de los ingenios, los cuales las utilizan para enfriar las turbinas sin embargo no es la unica contaminación si no ademas la presencia de carbohidratos en sus aguas lo que ha vuelto inhabitable dichas aguas. El cuerpo de agua de el cual se obtuvieron los especimenes esta rodeada por vegetación característica de regiones calidas. El cuerpo de agua es un rio en el cual la profundidad maxima fluctua entre 1.5 y 2 mts, la visibilidad al fondo es total.

En lo referente al analisis del agua original del medio ambiente de cada una de las especies se encontro:

La densidad del agua de los canales de Mixquie fue de 1.001 y de 1.0015 para la Laguna de el Carmen, la absorbancia en cada caso fue de 0.018 y 0.39 U respectivamente. En ambas muestras de agua se encontraron huellas de nitritos. El pH del agua de los canales de Mixquie fue de 7 y de 8.5 para la muestra de agua de la Laguna el Carmen. En lo referente a los demás parámetros tomados en cuenta para el analisis (carbohidratos, proteínas, cetomas, urea) de el agua no se halló ninguna diferencia (Tabla # 13).

Sin embargo, en las aguas adyacentes al pueblo de Zacatepec se encontraron rastros de carbohidratos (0.2 g/ 100ml).

TABLA DE ABREVIATURAS DE LOS CUADROS
PARA LA METAMORFOSIS EN LAS TRES
ESPECIES.

Signo	Significado
- :	no se manifestó la metamorfosis-
' :	muerte del espécimen antes de la metamorfosis o durante ella.
" :	muerte del espécimen después de sufrir la metamorfosis.
" :	ídem.
D.E. :	desviación estándar
D.T. :	días transcurridos sin metamorfosis.
D.T.M.:	días transcurridos para la metamorfosis.
F.M. :	final de la metamorfosis
F.O. :	fecha de obtención de los especímenes
I.M. :	inicio de la metamorfosis
P.F. :	peso final en g.
P.I. :	peso inicial en g.
P.P. :	perdida de peso por día durante el lapso para la metamorfosis.
P.P.P.:	perdida de peso posterior a la metamorfosis.
E. :	especimen.
L. :	longitud en cm.
P. :	promedio.

Cuadro # I
Ambystoma mexicanum expuesto a un cielo de
 obscuridad continua

E	L.	P.I.(g)	P.P.(g)	P.P.(g)	F.O	P.M.	D.T.	Observación
1	21	69.9	34.1	0.10	I-I-81	-	365	sexualmente inmaduro
2	20.1	57.9	36.2	0.08	I-I-81	-	"	"
3	23.5	77.7	41.6	0.10	I-I-81	-	"	"
4	22.0	64.3	32.7	0.08	I-I-81	-	"	"
5	20.0	58.2	21.4	0.098	I-I-81	-	"	"
6	21.0	61.0	25.6	0.096	I-I-81	-	"	"
7	22.5	71.0	28.4	0.116	IO-III-81	-	"	"
8	19.9	67.0	34.1	0.098	IO-III-81	-	271	"
9	18.5	59.4	35.6	0.088	I-I-81	-	"	"
10	21.0	60.0	36.0	0.090	I-I-81	-	"	"
P	20.9	64.4	32.5	0.093	± 0.01 D.E.			
D.E.	+ 1.4	+6.3	+5.8					

Los especímenes fueron obtenidos durante los meses de Enero - Marzo de los canales del pueblo de Nixquic Delegación de Milpa Alta D.F. siendo estos sexualmente inmaduros, algunos (4) murieron durante los meses de agosto - septiembre y los restantes (6) en los meses de Abril-Mayo de 1982, en ambos casos los organismos fueron sexualmente inmaduros (no hubo desarrollo cloacal).

Los cambios anatómicos externos manifiestos de la metamorfosis fueron poco acentuados (no hubo cierre de el pliegue gular, ni aparición de la cola en forma de timón, ni exoftalmia y la reducción del penacho branquial fue muy poco marcada). Ningún espécimen se metamorfoseó bajo dicho fotoperíodo y su pérdida diaria de peso fué muy poco acentuada (0.093 g/día).

Cuadro # 2

Ambystoma mexicanum expuesto a un cielo de 12-
hrs de iluminación - 12 hrs oscuridad.

E	L.(cm)	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	I.M.	F.M.	D.T.	Observación
1	20.0	68.0	35.0	0.122	-	-	270	sex. inmad.
2	19.0	57.5	29.0	0.105	-	-	270	"
3	21.0	73.0	30.0	0.143	-	-	300	"
4	21.0	71.0	34.0	0.100	-	-	365	"
5	19.5	67.5	36.0	0.120	-	-	260	"
6	20.0	69.0	28.0	0.112	-	-	365	"
7	22.0	73.0	28.0	0.123	-	-	365	"
8	19.0	65.0	28.4	0.316	sept.	oct.	120	sex. mad.
9	21.0	73.2	30.0	0.160	-	-	270	"
10	19.5	59.5	25.0	0.126	-	-	270	"
P. 20.2		67.85	30.3	0.143	+ 0.02 gr/día + D.E.			
+ 1.0		5.55	2.49					

Los especímenes fueron sexualmente inmaduros al momento de ser obtenidos (no se observó desarrollo de la cloaca), en dicho estado se les encontró al morir en los meses de Agosto-October. En los primeros días de septiembre en 1 espécimen los cambios anatómicos externos en la metamorfosis se volvieron muy marcados, su peso fué 40 g, a mediados del mes de Octubre finalizaron los cambios externos para la metamorfosis (desapareció totalmente el pecho branquial, del pliegue gular, etc.) período durante el cual su pérdida de peso fue del orden de 0.256 g/día y su peso final de 28.4 g. En los restantes especímenes no se completó la metamorfosis externa, sin embargo, los cambios fueron más marcados que los presentados por los organismos expuestos a oscuridad continua como lo demuestra el hecho de que la pérdida de peso fue mayor.

Cuadro # 3

Ambystoma mexicanum : inducción de la metamorfosis a través del uso de 12.5 ug del fármaco Cynomel, bajo un ciclo de 12 hrs de iluminación - 12 hrs oscuridad.

E	L.(w)	P.I.(g)	P.P.(g)	P.P.(g)	D.T.	I.M.	P.M.	Observación
1	19	42.25	35.1	0.155	45	2I-I-8I	'	sex. imad.
2	21	45.5	38.0	0.173	"	2I-I-8I	-	"
3	21.5	52.0	43.6	0.180	"	2I-I-8I	-	"
4	20.5	58.0	47.5	0.220	"	2I-I-8I	-	"
5	19.0	44.3	30.4	0.302	"	2I-I-8I	-	"
6	21.2	50.1	34.2	0.346	"	2I-I-8I	-	"
7	20.0	49.7	37.9	0.254	"	2I-I-8I	'	"
8	19.0	52.0	37.8	0.310	"	2I-I-8I	'	"
9	22.0	56.4	47.0	0.200	"	2I-I-8I	-	"
10	18.5	51.0	42.0	0.188	"	2I-I-8I	-	"
P	20.1	50.1	39.3	0.233 ± 0.02 gr/áfa + D.E.				
D.E.±	1.2	5.0	5.6					

Todos los especímenes al ser sometidos a la dosis el 2I - I - 8I fueron sexualmente inmaduros. En ninguno de los especímenes hubo manifestación de desarrollo cloacal 45 días después de administrada la dosis. Dicha fecha se tomó en base a la observación de que en otras especies sin dosis y tratadas el período de respuesta (metamorfosis), se sucedió en un período no mayor de 50 días. Los organismos murieron entre el mes de Marzo y abril

Cuadro # 4

Ambystoma mexicanum: inducción de la metamorfosis a través del uso de 25 ug del fármaco Cynomel, bajo un ciclo de 12 hrs de iluminación - 12 hrs de oscuridad.

B	L	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	D.T.	I.M.	F.M.	Observación
1	21.0	60.0	38.7	0.42	44	22.3.81	0-V	sex. inmad
2	19.0	62.0	36.4	0.51	46	"	8-V-81	al inicio-
3	18.5	54.2	33.6	0.42	46	"	8-V-81	de la admi
4	20.0	66.1	41.0	0.50	44	"	9-V-81	nistración
5	18.5	52.0	34.5	0.34	48	"	9-V-81	del fárma-
6	18.0	50.6	29.3	0.42	50	"	9-V-81	co.
7	19.0	53.2	33.0	0.41	47	"	10-V-81	
8	19.3	51.7	28.0	0.48	50	"	10-V-81	
9	20.0	57.0	32.3	0.49	47	"	9-V-81	
10	19.0	50.5	28.0	0.45	49	"	11-V-81	
P	19.2	55.7	33.4	0.44 ± 0.052	gr/día + D.E.			
D.E.	± 0.88 ± 5.36 ± 4.37							

La administración de la dosis de 25 ug del fármaco Cynomel se realizó el día 22-III-81 en todos los animales via oral, la cual se tomo como inicio de conteo para los días totales para la metamorfosis. Los eventos anatómicos externos para la metamorfosis finalizaron entre un período de 45-50 días. Los organismos metamorfoseados mostraron desarrollo cloacal (hinchazon notable de la cloaca) y permanecieron vivos aun.

Cuadro # 5

Metamorfosis espontánea de Ambystoma tigrinum velasei.

E	L	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	F.O.	D.T.M.	P.P.P.
1	21.5	54.3	46.75	0.29	20.I.	26	0.256
2	21.6	48.8	37.15	0.49	8I	26	0.206
3	20.3	51.9	45.15	0.26	"	28	0.209
4	22.3	47.1	41.20	0.22	"	26	0.250
5	20.5	44.6	37.40	0.27	"	29	0.330
6	22.0	45.3	39.40	0.22	"	26	0.220
7	21.5	46.4	39.30	0.27	"	27	0.270
8	21.1	50.20	43.42	0.26	"	27	0.180
9	23.0	48.6	41.60	0.26	"	26	0.200
10	19.0	53.2	42.56	0.23	"	27	0.210
P	21.3	49.0	41.38	0.276	± 0.062 gr/día + D.E.		
DE.	± 1.1	3.31	3.16				

Los especímenes obtenidos el 20 - I - 8I se metamorfosearon - 26-29 días después de mantenerse bajo condiciones de cautiverio - en proporción de 10/10. Actualmente los especímenes siguen vivos.

Cuadro # 6

Ambystoma tigrinum velasci : inducción de la metamorfosis a través del uso de 12.5 ug del fármaco Cymamel.

E	L	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	F.O.	D.T.M.	P.P.P.(g)
1	21.5	74.7	53.0	0.77	20-I-	25-28	0.319 '
2	20.2	68.5	50.0	0.66	8I.	"	0.50 '
3	21.1	69.4	53.4	0.57	"	"	0.27 '
4	23.0	72.3	53.7	0.66	"	"	0.23 "
5	19.9	69.3	56.4	0.46	"	"	0.29 '
6	21.0	68.5	52.0	0.59	"	"	0.30 '
7	20.0	70.5	50.0	0.70	"	"	0.19 "
8	18.5	66.4	51.8	0.52	"	"	0.22 "
9	22.0	73.1	58.5	0.54	"	"	0.19 "
10	21.5	68.8	53.1	0.56	"	"	0.20 "
P	20.9	70.15	53.2	0.616 ± 0.133			0.27 gr
D.E.	± 1.2	3.42	2.63	gr/día + D.E.			

Los especímenes fueron obtenidos el día 20-I-81, misma fecha en que se administró la dosis correspondiente del fármaco- 25-28 días después la mayoría de los organismos se metamorfo- searon. Algunos (4) ' una vez experimentada la metamorfosis mu- rieron, al igual que los restantes ("), aunque sobrevivieron - unos días más. Su pérdida de peso posterior a la metamorfosis - casi un 50 % menor que la experimentada durante el transcurso - de la misma.

Cuadro # 7

Ambystoma tigrinum velasci : inducción de la metamorfosis a través del uso de 25.0 ug del fármaco Cynamel.

B	L	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	P.O.	D.T.M.	P.P.P.(g)
I	19.2	43.4	38.8	0.22	20-I-	20-22	0.177
2	19.4	59.26	43.5	0.75	8I.	días	0.254
3	21.5	62.5	46.3	0.736	"	"	0.300
4	22.0	72.6	57.0	0.71	"	"	"
5	19.5	79.3	63.5	0.75	"	"	"
6	21.0	68.6	51.3	0.78	"	"	"
7	23.0	71.0	54.3	0.76	"	"	0.320
8	20.5	58.8	42.0	0.76	"	"	0.230
9	19.0	73.1	58.7	0.68	"	"	0.190
10	21.0	69.9	56.0	0.66	"	"	"
							0.247
P	20.6	68.3	51.1	0.732	+ 0.04 gr/áfa	+ D.B.	
DE.	+ 1.3	10.5	8.13				

No se indujo en todos los especímenes la metamorfosis, algunos (3) murieron presentando gran resorción del penacho branquial y desarrollo de la cloaca, sin mostrar cierre del pliegue-gular, los restantes completaron los cambios para la metamorfosis (7) en un lapso de 20-22 días. Los especímenes murieron posteriormente entre los meses de Marzo-Abril.

Cuadro # 8

Metamorfosis espontánea de Ambystoma bombyce
llum.

E	L	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	F.O.	D.T.M.	P.P.P.(g)
1	18.8	51.7	44.6	0.30	21.1.	23	0.38
2	19.0	64.6	55.8	0.38	81	23	0.31
3	20.0	53.2	46.9	0.27	"	23	0.27
4	18.0	61.0	55.0	0.24	"	25	0.30
5	19.2	49.6	44.1	0.24	"	25	0.23
6	20.3	47.0	40.0	0.29	"	24	0.28
7	18.0	66.4	-	-	"	-	-
P	19.0	65.42	57.28	0.286 ± 0.054	gr/día + D.E.		
D.E.	± 0.9	12.69	12.25				

Todos los especímenes se metamorfosearon en un período de 23-25 días. Al inicio del mes de Enero manifestaron en su mayoría desarrollo cloacal. Su pérdida de peso durante el transcurso de la metamorfosis fue de 0.28 gr/día manteniéndose hasta los primeros días de Abril, mes en el cual 3 especímenes murieron y los restantes en el mes de Mayo-Junio.

Cuadro # 9

Ambystoma bombypellum : inducción de la metamorfosis
atraves del uso de 12.5 ug del fármaco Gynonel.

E	L	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	F.O.	D.T.M.	P.P.P.(g)
1	19.5	68.0	44.0	0.50	21-I-	19-IV-81	0.18
2	19.0	63.0	41.0	0.65	81	20-IV-81	0.195
3	21.0	70.0	51.6	0.49	"	22-IV-81	0.230
4	18.5	58.0	39.2	0.54	"	22-IV-81	0.133
5	19.0	65.0	45.8	0.60	"	24-IV-81	0.089
6	20.0	62.0	43.3	0.53	"	25-IV-81	0.216
P	19.5	64.3	44.15	0.551 ± 0.61 gr/áfa + D.E.			
D.E.	± 0.9	4.32	4.32				0.173

Todos los especímenes se metamorfosearon en un lapso de 32-35 días a partir de la fecha de administración de la dosis correspondiente. Murieron los organismos en los meses de Mayo - Junio.

Cuadro # 10

Ambystoma bombypellum : inducción de la metamorfosis
atraves del uso de 25 ug de el fármaco Cymonel.

E	L	P.I.(g)	P.F.(g)	P.P.(g)	F.O.	D.T.M.	P.P.P.(g)
1	21.0	69.0	47.0	0.95	21-1-	23-25	0.202
2	20.2	63.2	43.2	0.80	8I	"	0.165
3	21.0	72.1	49.1	0.90	"	"	0.230
4	19.5	64.5	45.5	0.76	"	"	0.246
5	22.0	73.2	51.2	0.88	"	"	0.234
6	21.0	60.1	41.1	0.82	"	"	0.144
							0.220
P	20.7	67.0	46.1	0.85 ± 0.074 gr/día + D.E.			
D.E. ±	0.8	5.22	3.73				

La dosis se administró el mismo día de su obtención vía - oral a los especímenes los cuales fueron sexualmente inmaduros - los cuales estuvieron expuesto a un período de 12 hrs de iluminación - 12 hrs de obscuridad. Los especímenes se metamorfosearon en un período de 23 -25 días, la metamorfosis así inducida - fue drástica, los organismos murieron entre los meses de Abril - Mayo.

Cuadro # II

CONCENTRACION DE LA HORMONA TIROIDEA T₃ (TRIYODOTIRO NINA) EN EL PLASMA DE LOS ORGANISMOS DE LAS TRES ESPECIES DE EL GENERO *Ambystoma*

Especimen	Condicion	
	Premetamorficos	Postmetamorficos.
<u>A. mexicanum</u>	-	-
	0.6	-
	-	-
<u>A. tigrinum</u>		
<u>velasci</u>	5.0	1.0
	4.5	0.8
	4.8	0.5
P.	4.7 ± 0.26 ng/ml + D.E.	0.76 ± 0.25 ng/ml + D.E.
<u>A. bombypellum</u>	3.5	1.0
	2.8	1.3
	3.0	1.0
P.	3.1 ± 0.36 ng/ml + D.E.	1.1 ± 0.17 ng/ml + D.E.

Los organismos de A. mexicanum bajo oscuridad completa fueron tomados como testigos y en los que no se detectó T₃ en circulación. En los organismos expuestos a un ciclo de 12 hrs iluminación / 12 hrs oscuridad solo un dato + se obtuvo para T₃ en circulación para los organismos premetamorficos. En caso de los organismos postmetamorficos (Metamorfosados espontaneamente) ninguna muestra se tomo, pues solo un espécimen se metamorfosó bajo dicho fotoperiodo. En todos los casos las muestras se tomaron (I) semana después de haberse obtenido los especímenes y (I) semana después de haberse metamorfosado espontaneamente (post-metamorficos).

Cuadro # 12

CONCENTRACION DE LA HORMONA TIROIDEA T_3 (TRIYODOTIRONINA) EN EL PLASMA DE LOS ORGANISMOS DE LAS TRES ESPECIES DEL GENERO *Ambystoma* DESPUES DE LA ADMINISTRACION DE EL FARMACO CYNOMEL (SAL SODICA DE LA L-TRIYODOTIRONINA).

Especimen	Condición (F.P.: 12 hrs obs.-12 hrs iluminacion)	
	Dosis 12.5 ug de Cynomel	Dosis 25.0 ug de Cynomel
<u>A. mexicanum</u>	0.6	2.0
	0.8	2.5
	1.0	3.0
	P. 0.8 \pm 0.2 ng/ml	2.5 \pm 0.5 ng/ml.
<u>A. tigrinum velasci</u>	1.0	2.5
	1.5	3.0
	2.0	1.8
	P. 1.5 \pm 0.5 ng/ml	2.6 \pm 0.63 ng/ml.

Las muestras se obtuvieron aproximadamente entre el 5^o día después de finalizados los cambios externos para la metamorfosis. Ninguna muestra de A. bombynellum se contabilizó se contaminaron las muestras. Ningun espécimen más se pudo obtener.

Cuadro # 13

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DE EL
MEDIO ACUATICO ORIGINAL DE CADA ESPECIE.

PARAMETROS	MUESTRAS DE AGUA			
	Canales del pueblo de Mixquic	Zacatepec	Laguna del Carmen tequixtlan	
Temperatura	15-18 °c	22 °c	I	22 °c 2
Densidad	1.001	1.000	1.000	1.001
pH	7.0	6.0	7.0	8-9.0
Absorbancia	0.018	0.01	0.015	0.39
Transmitancia	96.5	97.5	97.0	41
Carbohidratos	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo
Glucosa	Negativo	0.2 g/ 100ml.	Negativo	Negativo
Cetonas	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Proteinas	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Nitritos	Huellas	Negativo	Negativo	Huellas

Las dos columnas para la muestra de agua de la Laguna del Carmen-
Tequixtlán Tlaxcala corresponden a distintas fechas 1. Obtenida en
octubre de 1981 y 2. Obtenida en Abril de 1982.



fig. 1. Habitat natural de A. mexicanum: canales de el-pueblo de Mixquic Delegación de Milpa Alta D.F. México.

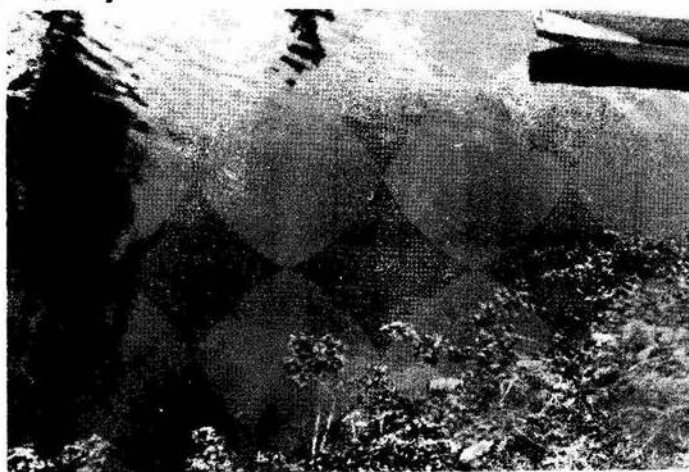


fig. 2. La iluminación al fondo de los canales es nula a juzgar por la escasa penetración de la luz, la cual solo alcanza entre 75 y 100 cm de profundidad donde la máxima es de 4 mts en los canales.

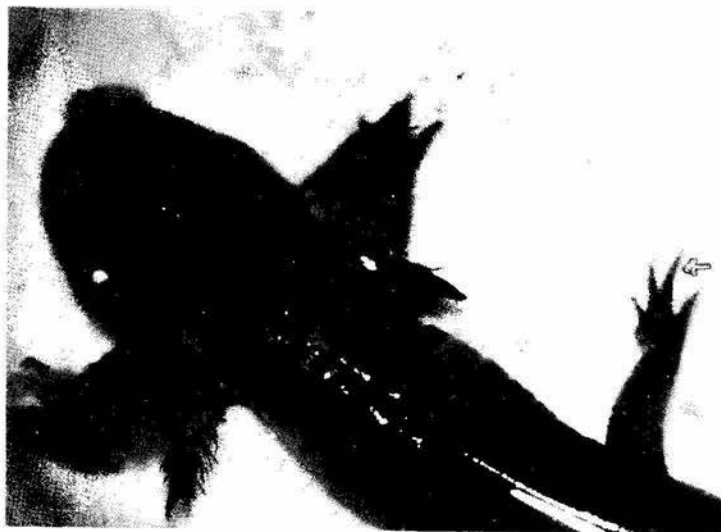


fig. 3. Ambystoma mexicanum obtenido durante el mes de Enero de 1981 de los canales de Mixquic, animal premetamorfico comunmente llamado axolote negro, caracteristico de la especie presentar la parte anterior de la extremidades con dedos largos y delgados. ←

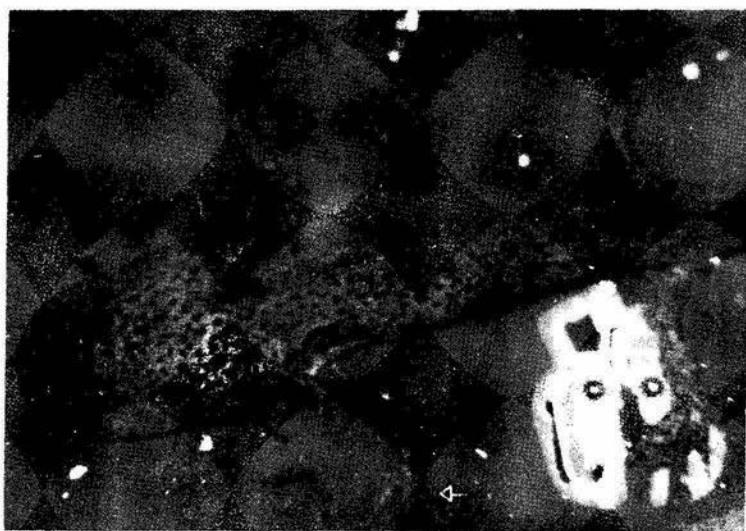


fig. 4. Ambystoma mexicanum un año despues de permanecer bajo un ciclo de 12hrs iluminaci3n - 12 hrs obscuridad



fig. 5. Ambystoma mexicanum en el cual fué notable la -
reducción de peso no así la reducción en el dia-
metro de la cola para dar origen a la cola en -
forma de timón característica de la finalización
de la metamorfosis.

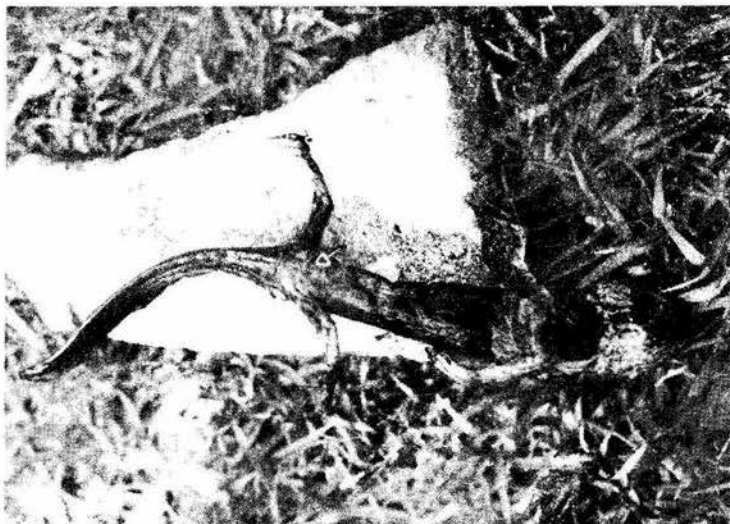


fig. 6. Ambystoma mexicanum no mostró en ningún caso (expuesto a un ciclo de 12 hrs de iluminación-12 hrs oscuridad, oscuridad continua y administración de 12.5-ug de el farmaco Cynomel) desarrollo de la cloaca - signo de madurez sexual.

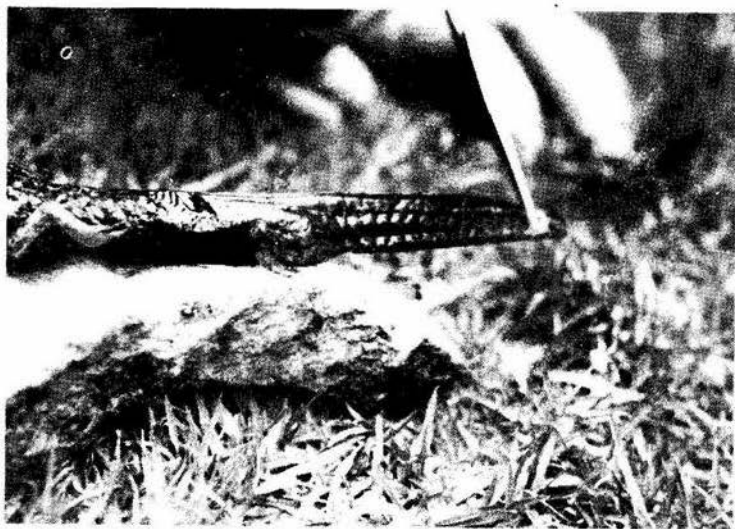


fig. 7. No desapareció el pliegue dorsal de la cola ni esta redujó grandemente sus dimensiones (*).

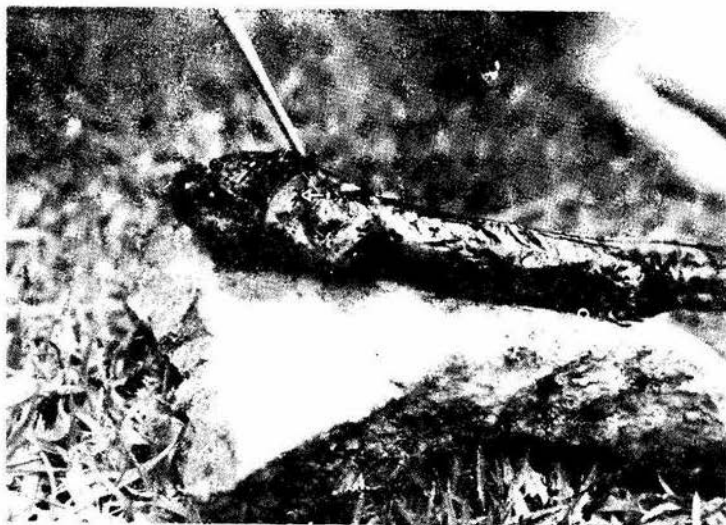


fig. 8. Ambystoma mexicanum expuesto a un ciclo de oscuridad continua así como un ciclo de 12hrs de iluminación-12hrs oscuridad no mostró cierre de el pliegue gular.(†).

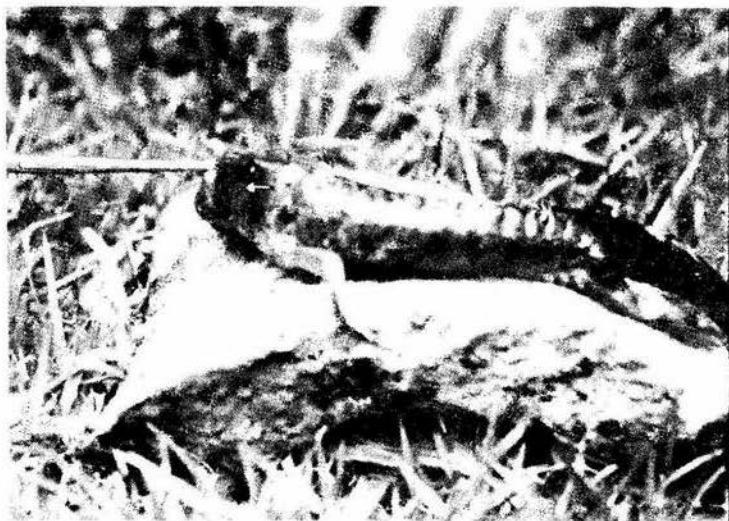


fig. 9. Ambystoma mexicanum inducido a metamorfosearse mediante la administración de 12.5 ug de el fármaco-Cynomel no mostró cierre de el pliegue gular (†),- y exposición a un ciclo de 12 hrs de iluminación - 12 hrs de oscuridad.



fig. IO. Ambystoma mexicanum premetamorfico comunmente llamado axolote. ↓

Ambystoma mexicanum postmetamorfico comunmente llamado salamandra. ↑



fig. II. Salamandra u organismos adulto pulmonado de Ambystoma mexicanum.

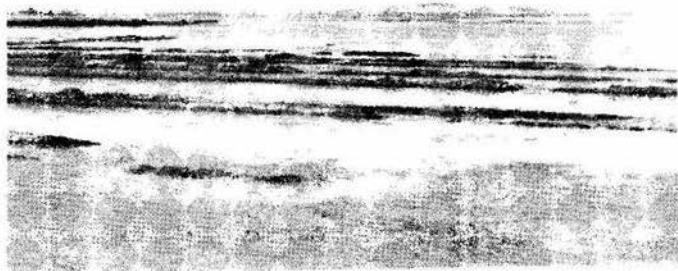


fig. 12. Habitat natural de Ambystoma tigrinum velasci: Laguna de el Carmen Tequixtlan Tlaxcala situada a 65 - Km de la ciudad de Puebla.



fig. 13. La profundidad máxima es de 1-2 mts, la cantidad de iluminación que recibe el fondo es total. Durante la época de sequía se reduce su diámetro total a juzgar por zonas secas donde antes el agua alcanza a cubrir las.



fig. 14. Ambystoma tigrinum velasci en las aguas de la Laguna de el Carmen Tequixtlan Tlaxcala donde se observa que el organismo tiende a tomar la coloración del medio en que se encuentra. Animal premetamorfico.

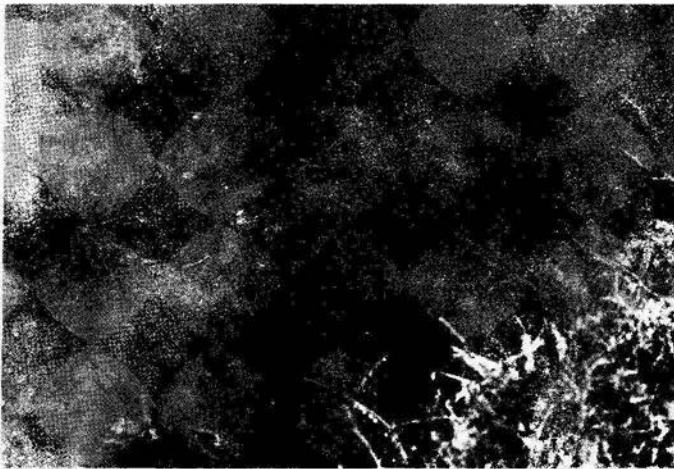


Fig. 15

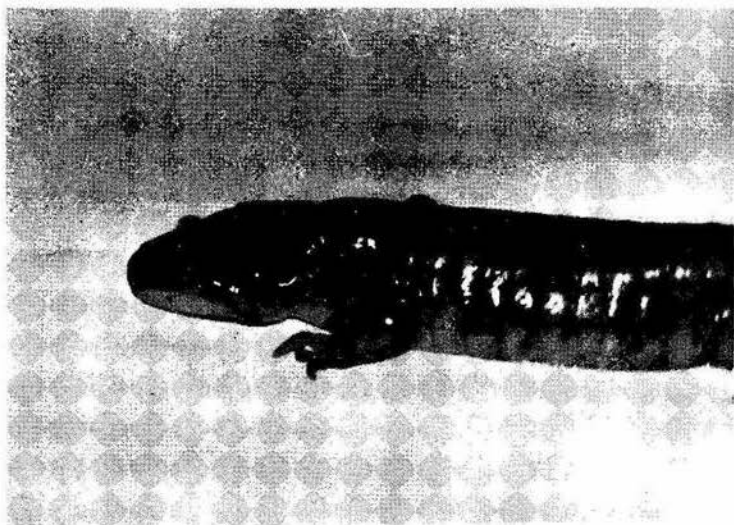


Fig. 16. Ambystoma tigrinum velasci postmetamorfico vulgarmente llamada salamandra tigre como sucede con A. tigrinum en los Estados Unidos donde habita esta ultima.

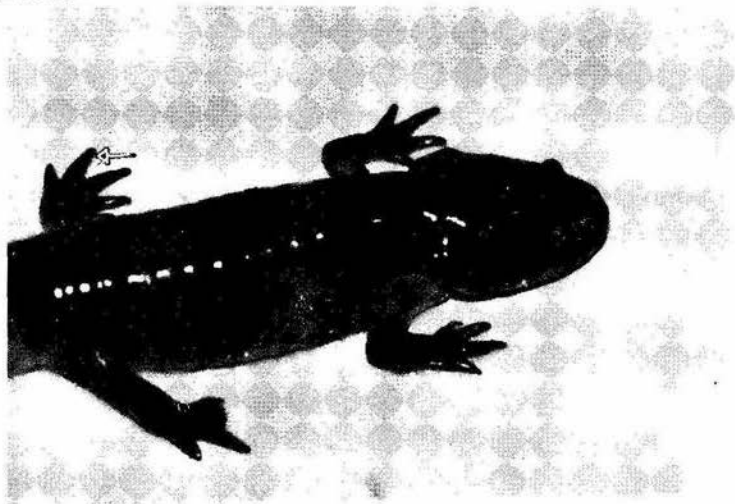


Fig. 17. Ambystoma tigrinum velasci el cual muestra la porción anterior de la planta de el pie corta y condedos anchos y cortos, característico de la especie.



fig. 18. Ambystoma tigrinum velasci obtenido el mes de Enero de 1981 de la Laguna El Carmen Tequixtlan Tlaxcala



Fig. 19. Los especímenes de Ambystoma tigrinum velasci mostraron desarrollo de la cloaca (madures sexual) ↙

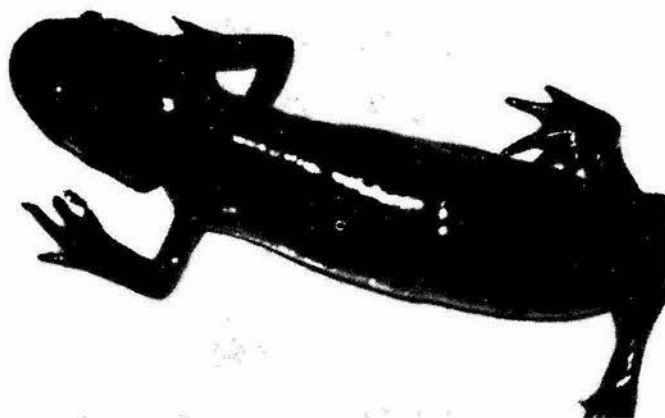


fig. 20. Animal postmetamorfico de Ambystoma bombypellum los animales premetamorficos fueron obtenidos - de las aguas adyacentes de el pueblo de Zacatepec Estado de Morelos durante el mes de Enero de 1981.



Fig. 21.

DISCUSION

Smith (1969) señaló que muchos de los animales obtenidos de Xochimilco se transformaron espontáneamente en condiciones de laboratorio y aparentemente así lo hacen en la naturaleza. Sin embargo, contrario a lo que especifica Smith, en este trabajo, se encontró que solo dos especímenes de un total de 30 organismos se metamorfosearon espontáneamente en un ciclo de 12 hrs iluminación - 12 hrs oscuridad y ninguno en un ciclo de 24 hrs de oscuridad - mantenido por espacio de un año, resultados acordes con los expuestos por Brandon (1976) de una docena de especímenes de *A. mexicanum* mantenidos en un ciclo de 12 hrs de iluminación - 12 hrs oscuridad, sólo un organismo se metamorfoseó. Por otra parte, Prahla et al (1967) señalaron que *A. mexicanum* es un urodelo neoténico, el cual no se metamorfosea espontáneamente.

De lo anterior se desprende que existe confusión respecto a la metamorfosis espontánea de *A. mexicanum*, como el mismo Smith (1971) expresó, trabajos en los cuales es difícil distinguir a que especie se hizo mención si a la metamorfosis de *A. mexicanum* o de *A. tigrinum*, esto ha conducido a que las diferencias que existen en definir que término es el adecuado que delimite el fenómeno biológico de retención de la neotenia en *A. mexicanum*.

Así se ha definido el término de especie paeógenética (Brandon 1976) basándose en la frecuencia de organismos metamorfoseados espontáneamente y según la definición expuesta por Swingle (1922) y Lynn (1951) de fijación genética de los caracteres larvales lo cual es favorecido por los factores ambientales (Wilbur et al 1973) y de especie neoténica (Huxley 1920 Prahla 1967, Norris et al 1973 y Sawin et al 1978) o metamorfosis facultativa que ocurre en especies que se encuentran en hábitats acuáticos permanentes ocasionalmente inhabitables (Noble 1931). Sin embargo el término paeógenesis se usa como sinónimo de parte nogénesis y quiere decir que la especie puede poner huevos que -

no son fecundados originándose organismos semejantes a sus progenitores (Storer 1975) y en el caso de los anfibios, lo. huevo. son - fecundados internamente (ovíparos) (Alvarez, V.J. 1977).

La explicación de la diferencia que existe entre el número de especímenes que llevaron y no a cabo la metamorfosis, parece recaer en que aparentemente existieron dos especies distintas en los canales de Xochimilco, los cuales contribuyeron al stock genético de algunos laboratorios, es decir, los animales obtenidos durante los años 1968-1971 fueron claramente de dos fenotipos: uno de dedo largo y neoténico A. mexicanum (Fig. # 3 y 4) y otra transformante de dedo ancho A. tigrinum (Fig. # 17) (Smith 1971 y Brandon 1973 y 1976). Todo lo antes dicho parece corroborarse con los resultados obtenidos de entrecruzamientos entre especies aparentemente paedogénicas como A. mexicanum y A. dumerilii, de los cuales resultó solo I transformado de II entrecruzamientos (Brandon 1972) y de los resultados de entrecruzamientos de A. mexicanum y 7 especies de Ambystoma transformantes, en los cuales todos los especímenes resultantes de la F_1 se transformaron (Geyer et al 1949 Humphrey 1967 y Nelson et al 1972 citados por Brandon 1976). Los mismos resultados se obtuvieron del entrecruzamiento de A. mexicanum y A. tigrinum en frecuencias que sugirieron la acción de un gene dominante (Humphrey 1967 como cita Brandon 1976).

Por otra parte, la retención de la neotenia obedece a varios factores en A. mexicanum entre ellos, su habitat y que de acuerdo al mismo, esta especie parece obedecer al modelo ecológico de Wilbur et al (1973) es decir, en habitats permanentes y estables, como es el caso de los canales de Xiquie que no muestran grandes variaciones en su medio, I) muchos animales deberán permanecer en la laguna o charca a reserva de su velocidad de crecimiento aunque alcancen el tamaño óptimo para la metamorfosis, como ocurre en muchas especies transformantes y aparentemente característico de éstas en la naturaleza por ejemplo A. tigrinum, A. roseaceum, etc. que a una longitud de 110-120 mm, los especímenes maduran (Brandon 1972) y las -

larvas de A. tigrinum que posteriormente se transforman (metamorfosean (Anderson 1961 y Anderson et al 1971). En nuestro caso A. mexicanum presento en promedio la misma longitud y no mostr6 madurez sexual ni reducci6n del rango de tama1o corporal para la metamorfosis, 2. lo cual resultaria en una gran variaci6n del per6dod-larval: A. mexicanum fu6 obtenido durante el mes de Marzo de 1981 siendo sexualmente inmaduro, permaneci6 en el mismo estado despu6s de 1 a1o de haberse mantenido en condiciones de laboratorio, tanto en un ciclo de 12 hrs iluminaci6n - 12 hrs oscuridad, como en oscuridad continua.

En especies que explotan medios inciertos los espec6menes - presentan un amplio rango de tama1o corporal para la metamorfosis. as6, en larvas de A. tigrinum y A. maculatum, la metamorfosis - presenta en longitudes de 30, 40, 60 mm y procede m6s r6pido en larvas peque1as (Wilbur et al 1973 y Brandon 1976). En los organismos de A. tigrinum velasci y Ambystoma bombypellum la metamorfosis sucedi6 un m6s despu6s de ser obtenidos y alcanzada la madurez sexual, caso que no aconteci6 con A. mexicanum (muestra alargamiento de el periodo larval); 3.- quiz6s el proceso mismo de crecimiento tenga un efecto diluyente sobre la tiroxina e incrementalmente el metabolismo de la misma o caso los tejidos tengan una reducida sensibilidad a las hormonas tiroideas (Martof 1956 y Wilbur et al 1973), con lo cual el animal nunca se metamorfosear6 (Fried6n 1961), - la metamorfosis no se indujo a dosis de 12.5 ug del f6rmaco Synomel (equivalente a 0.05 mg de T_4) en ninguno de los espec6menes sometidos; por otra parte, la concentraci6n de T_3 en el plasma de los organismos 30 d6as despu6s de la administraci6n fue de 0.8 ± 0.2 ng/ml a diferencia de la concentraci6n determinada en A. tigrinum velasci para el mismo tiempo y dosis, la cual fue de 1.5 ± 0.5 ng/ml y en los cuales s6 se indujo la metamorfosis.

Taurog (1974) indujo la metamorfosis en A. mexicanum a dosis de 0.5 ug de T_4 sugiriendo este hecho que los tejidos del ajolote son normalmente sensitivos a las hormonas tiroideas, por otra parte Prahlad (1965) mostr6 que la sensibilidad tisular a las hormo-

nas tiroideas se desarrolla durante la ontogenia, sin embargo contrario a lo antes especificado los organismos de A. mexicanum mostraron una reducida sensibilidad a la estimulación de las hormonas tiroideas, en este caso a la acción del fármaco Cynomel, como lo demuestra la baja pérdida de peso al compararla con la de otros especímenes, así tenemos que: a dosis de 12.5 ug del fármaco la pérdida de peso para A. mexicanum fué de 0.25 g/día, casi menos de la mitad de la pérdida de peso correspondiente a A. tigrinum la cual fue de 0.61 g/día y de 0.54 g/día para A. bombypellum a la misma dosis y finalmente de 0.42 g/día para A. mexicanum a dosis de 25 ug, cifras inferiores (aproximadamente la mitad) a las obtenidas en A. tigrinum de 0.75 g/día y de 0.87 g/día para A. bombypellum.

De algunos trabajos se desprende que se requieren mayores dosis y que, como lo señalan las siguientes dosis utilizadas para inducir el proceso, está depende de la edad del animal para inducir la metamorfosis en A. mexicanum: 10 ug de T_3 para especímenes de 10 meses de edad y de 50 ug de la misma para organismos de 18 a 24 meses (Prahla et al 1966); de 100 ug de T_3 para especímenes sexualmente inmaduros (Iturriza 1971) y en otros casos se procedió a la utilización de la T_4 (3,3',5,5'-tetrayodo L-tironina) des de dosis de 0.5 hasta 100 ug de la misma, sin embargo, la metamorfosis se indujo a dosis de 5 ug de T_3 en especímenes cuya edad fué entre 9 y 20 meses (Sawin et al 1978), en otras especies la metamorfosis puede ser inducida desde dosis de 0.02 hasta 2.0 ug de T_4 (Taurog 1974). Ambystoma tigrinum velasci y A. bombypellum a dosis de 12.5 y 25 ug del fármaco Cynomel la metamorfosis se indujo en ambos casos de tal manera acorde con lo expuesto: tanto organismos neoténicos como larvas inmaduras de poblaciones que normalmente sufren la metamorfosis después de alcanzar la madurez sexual no difieren en sensibilidad a las hormonas tiroideas, caso de especies transformantes A. tigrinum etc. (Norris 1974).

Los organismos neoténicos ocasionalmente sufren la metamorfosis, especialmente cuando son llevados al laboratorio (Norris 1972)

principalmente en primavera y otoño (Norris 1976). Los organismos obtenidos de A. tigrinum velasci de la laguna de El Carmen Tequixtlan fueron sexualmente maduros se metamorfosearon posteriormente en un lapso de 46-49 días a una longitud de 110-120 mm a la cual aparentemente maduran (Brandon 1972) y es una característica de la especie en la naturaleza (Brandon 197). A. tigrinum velasci es considerada una subespecie de A. tigrinum, el cual al sur de la Meseta Mexicana presenta organismos neoténicos y adultos postmetamorficos que existen en la misma población (Anderson et al 1971).

A. bombypellum al igual que otras especies de Ambystoma que normalmente se transforman (Brandon 1976) se metamorfoseo después de haber alcanzado la madurez sexual (30-32 días), su longitud durante la metamorfosis fué de 119-121 mm. Ambas especies A. tigrinum velasci y A. bombypellum se metamorfosearon durante los meses de Enero-Febrero, época en la que la temperatura fué menor entre 8 y 11 °C las cuales contrastan con las temperaturas medias de sus ambientes originales de 15 y 22 °C, lo cual explica porque algunos factores ambientales como el frío (en estas especies), disponibilidad alimenticia, densidad poblacional, etc., pueden influir en el tamaño para la metamorfosis (Dempster 1930 y D'Angelo et al 1941 mencionados por Wilbur et al 1973). A. mexicanum no se metamorfoseo en dichos meses, aparentemente parece resistir mejor la exposición a temperaturas menores (frío) a juzgar por el hecho de que la temperatura promedio en los canales de Mixquic durante la época invernal es de 5-11 °C y sólo sube durante los meses siguientes (Marzo etc) hasta 15-18 °C.

Factores como la alimentación y la densidad poblacional, consideramos no fueron variables que pudieron haber influido en el proceso de la metamorfosis, pues la 3 especies en sus diferentes grupos fueron alimentados de igual manera, cada tercer día y exclusivamente a base de peces. En cuanto al número de individuos (densidad poblacional) no fueron estos ni más ni menos de los estipulados para cada grupo, los asignados a cada pecera, la cual, en todo caso presentaron dimensiones apropiadas (60 cm de longitud, 30 cm

altura y 20 cm de ancho) para la movilidad de los especímenes y creemos si esta fué una variable no controlada está se aplico para las tres especies.

A. tigrinum velasei y A. bombypellum explotan medios relativamente inciertos como son la Laguna de el Carmen Tequixtlán, la cual se localiza en una extensa llanura y rodeada por una zona casi carente de vegetación y expuesta a desecación durante la época de sequía: para el cuerpo de agua donde se localiza A. bombypellum las dimensiones son menores, sin embargo su medio se ha vuelto inapropiado para el desarrollo larval, debido a la contaminación térmica provenientes de los ingenios azucareros que eliminan aguas a elevadas temperaturas y con una concentración en glucosa del orden de 0.02 g/100ml. Las especies anteriores en cuanto a su hábitat y a sus respuestas a la estimulación tiroidea y al cautiverio parecen obedecer al modelo expuesto por Wilbur et al (1973) en el cual especies que explotan medios ambientes inciertos tendrán un amplio rango de posibles tamaños para la metamorfosis, donde poblaciones que pueden evocar una respuesta metamórfica está probablemente mantenida por selección durante los años ocasionales de condiciones desfavorables en las charcas o lagunas (Hairston 1949).

Las diferencias existentes entre A. mexicanum y las otras especies de estudio son en parte debidas al tipo original de hábitat que explotan y el cual condiciona su respuesta metamórfica, al permitir por el lado de los medios acuáticos estables el máximo aprovechamiento para seguir desarrollándose; con crecimiento y edad los tejidos llegarían a ser menos sensitivos a la estimulación tiroidea (Friedden 1961) (A. mexicanum) y por otra parte metamorfosearse como resultado de escape a la selección, depredación y a medios inciertos (Hairston 1949 y Wilbur et al 1973) (A. tigrinum velasei y A. bombypellum).

Al relacionar los parámetros o condiciones determinadas para el mantenimiento de los organismos en laboratorio, en cuanto a concentración sanguínea de T_3 , vía de administración y dosis del fár-

maco, así como la temperatura, período de iluminación y medio acuático manejado en este trabajo y los reportados bibliográficamente se encontró que : en todos los casos los parámetros fueron los mismos (medio acuático-agua potable-, iluminación natural, período de iluminación-obscuridad de 12 hrs alternante y temperatura entre - los 15 y 22 °c), sin embargo, en todos los casos reportados, la vía de administración fué subcutánea y a dosis única del agente utilizado T_3 (Prahla 1966 y 1967, Iturriza 1971, Taurog 1974, Norris 1976 en base a T_4 y Sawin et al 1978) y alimentación basada en pequeños trozos de hígado de res y músculo cardíaco (Prahla 1966 y 1967, Iturriza 1971, Taurog 1974 y Sawin et al 1978), a diferencia de los utilizados en este trabajo, en el cual la vía de administración del fármaco fué oral y la alimentación basada exclusivamente en pequeños peces, al principio diariamente, y cada tercer día después de la administración del fármaco con el fin de evitar que la alimentación fuera un cofactor en la inducción de la metamorfosis. Tanto el hígado como el músculo son sitios donde se lleva a cabo principalmente son sitios donde se lleva a cabo principalmente el catabolismo de las hormonas tiroideas (MacDonald 1977 y Farreras 1978), lo anterior se corrobora por las concentraciones de la hormona tiroidea T_3 encontradas en el Hígado de rata del orden de 7.69 ± 0.56 ng/g (Nejad et al 1975) y de 16.0 ± 0.8 ng/g de la misma en el hígado de res (Mc Crady et al 1973), lo cual proporciona una cantidad importante de hormonas tiroideas a los especímenes así alimentados en los laboratorios que recurrieron a esta alternativa y lo que explicaría la gran cantidad de monoyodotironinas y Tiroxina circulante en los especímenes de A. mexicanum halladas por Prahla (1969) y el gran aumento en el porcentaje de yodo tiroideo en el ajolote expuesto por Larsen et al (1963). Ninguna cifra referente a las concentraciones de la hormona tiroidea T_3 se encontró en los organismos de A. mexicanum en obscuridad continua y sólo un valor se obtuvo para los especímenes expuestos a un ciclo de 12 hrs de iluminación - 12 hrs obscuridad, el cual fue de - 0.6 ng/ml, datos que concuerdan con los expuestos por Sawin et al-

(1978) de ninguna cifra positiva para la concentración de la hormona tiroidea T_3 en el plasma o suero del ajolote y acorde con aquellos reportes que indican que sólo yodotironinas (T_3 y T_4) liberadas en sangre y no yodotirosinas (MIT y DIT) (DeGroot 1965).

Los anteriores datos sobre concentración de la hormona tiroidea T_3 en el hígado de res y la utilización del mismo como base de la alimentación, parece apoyar la hipótesis de que la alimentación es un factor importante en la inducción de la metamorfosis en organismos mantenidos en condiciones de laboratorio y lo cual explicaría el porqué el ajolote no tratado ocasionalmente incrementa su concentración interna de T_3 durante el desarrollo larva a un nivel justamente necesario para la metamorfosis externa (Tom pkins 1977), la elevada concentración de hormonas tiroideas en circulación en el ajolote expuesto por Prahlad y otros, así como las diferencias en cuanto al tiempo que transcurre para que finalice la metamorfosis inducida a través de las hormonas tiroideas, el cual fué corto en todos aquellos trabajos en que la alimentación era a base de hígado de res: 14 días para una dosis de 5 ug de T_3 (Sawin et al 1978), 15 días para dosis de 100 ug de T_3 (Ituriza 1971) y 7-14 días para 10 ug de T_3 (Prahlad 1966), a diferencia de los encontrados aquí donde los tiempos para la metamorfosis inducida se alargaron a casi el doble : 28-30 días para A. tigrinum velasci y de 32-34 días para A. bombypellum, ningún dato se obtuvo para A. mexicanum el cual no se metamorfoseo a la dosis de 12.5 ug de T_3 . A dosis de 25.0 ug de T_3 (fármaco Cynomel) la metamorfosis ocurrió a los 44-47 días en A. mexicanum, 20-22 días en A. tigrinum velasci y de 23-25 días en A. bombypellum.

Por otra parte el fármaco aquí utilizado, no presenta diferencias significativas en cuanto a su actividad química con respecto a los utilizados en los trabajos que reportados anteriormente en los cuales se utilizaron extractos purificados de la hormona tiroidea de T_3 o preparados comerciales, puesto que sus efectos se parecen a aquellos de la secreción endógena de la tiroides y dan resultados más constan

tes que en el caso de otras preparaciones (Tyler 1978).

Se analizaron los efectos de la obscuridad continua en A. mexicanum, porque a diferencia de las otras especies el ajolote mexicano pasa la mayor parte de su desarrollo enterrado en el fondo de los canales de Mixquic, de tal manera, que la iluminación que recibe es mínima a juzgar por la escasa penetración de la luz (medida a través de un disco blanco), la cual alcanza sólo hasta 75 cm de profundidad, para determinar de que manera afectaba su desarrollo la exposición a un ciclo de 12 hrs iluminación - 12 hrs obscuridad y el papel que desempeñan ambos ciclos en la retención de la neotenia en esta especie.

En obscuridad continua se halló que la pérdida de peso fue en promedio de 0.1 g/día, no hubo manifestación de madurez sexual, observable a través del hinchamiento de la cloaca, la reducción del penacho branquial paso de 22 a 9-10 mm de longitud, no hubo cierre del pliegue gular y se observó gran aclaramiento de la piel con respecto al color original (Figs. # 3, 4 y 9) de los datos anteriores al compararse con los de un ciclo de 12 hrs iluminación - 12 hrs obscuridad resultaron ser significativamente diferentes, de tal manera, que la pérdida de peso fue de 0.15 a 0.2 g/día, casi el doble de lo manifestado en obscuridad continua, la reducción del penacho branquial fue de 5-6 mm longitud promedio final, ligeramente mayor que la observada en la obscuridad y finalmente el aclaramiento de la piel fue mayor.

Los efectos de la exposición a la luz o de la obscuridad están de acuerdo con la hipótesis de que la melatonina sea el agente a través del cual se ejercen mecanismos sobre las gonaadas; algunos trabajos han señalado que se produce más melatonina en la obscuridad y menos en la luz (Hoffman et al 1965) y la cual actuó como un goitrógeno o substancia antitiroidea y que de algún modo afecta la síntesis tiroidea causando tal vez una reducción en la secreción de TSH (Panda et al 1968). Por otra parte se sugiere que en la salamandra tigre (A. tigrinum) (Norris et al 1973) como en Taricha torosa (Kelly 1958) la glándula pineal no -

inhibe la metamorfosis, pero tal vez juegue un papel preventivo de la metamorfosis precoz en anuros (Addair et al 1928, Miscolos - 1970) mencionados por Norris et al 1973). Por lo tanto es difícil estructurar una hipótesis aceptable de los efectos de la exposición a la luz y a la obscuridad sobre la actividad de la glándula Pineal y los efectos de esta sobre la metamorfosis, sin embargo, en obscuridad casi continua como acontece en la naturaleza en los canales de Mixquic donde habita A. mexicanum, quizás juega un papel importante en la prevención de la metamorfosis, puesto que la exposición de los especímenes a un ciclo de fotoperiodicidad distinto a original, en este caso 12 hrs iluminación-12 hrs - obscuridad, algunos (2) especímenes de A. mexicanum se metamorfosearon a diferencia de ni I de los mantenidos en obscuridad. Muchos reportes indican que las hormonas de la pineal (melatonina pinealina) ocasionan un decremento en el metabolismo tiroideo y en la producción tiroidea (Cardinal et al 1974) y que la FSH, - LH y prolactina tienen un efecto estimulador directo sobre la síntesis de Melatonina incrementando la actividad de HIOMT (hi - droxindol-0-metil transferasa) (Cardinali et al 1976), sin embargo Nir et al (1978) sugiere la presencia de una retroalimentación positiva entre la Tiroidea y la glándula pineal.

El cambio de coloración (obscurecimiento) observado en las especies (Figs. # 4, II, I5 y I6), obedece a la estimulación indirecta de la secreción de MSH (hormona melano estimulante) por parte de las hormonas tiroideas (T_3 y T_4) como acontece en *Xenopus laevis* (Chang 1957). Sin embargo el factor ambiental de mayor importancia que modifica el estado del sistema de cromatóforos es la luz y la influencia directa de la misma en los pigmentos (respuesta primaria), el cual muestran los ajolotes en etapas tempranas del desarrollo (Babak 1910 y Laurens 1915), en estos cambios no participan los ojos y se observa que el animal se oscurece en la luz y se decolora en la obscuridad, se ha sugerido que este es un período en que los ojos aún no funcionan (Waring 1942).

En los ambientes oscuros el animal se oscurece (A. mexicanum vive enterrado en los canales, donde el fondo es oscuro e iluminada la superficie) y en un medio blanco-iluminado el animal presenta palidez (A. tigrinum velasci vive en la laguna de El Carmen, ampliamente iluminada) ver foto No. 15. En este mecanismo de acción de la luz, se necesita principalmente la participación de los ojos, sistema nervioso central y varios tipos de vías nerviosas eferentes, homónales o ambas (Brown 1936, Summer 1940)

El carácter de la influencia de la luz en la respuesta secundaria al color está adaptada especialmente para que el animal tenga cierto grado de coloración protectora u obliterativa respecto a su medio; la función está más desarrollada en animales que viven en el fondo que en animales que tienen gran movilidad; algunos teleosteos y anfibios pueden mostrar color amarillo en respuesta a medios amarillos (Rowlands 1950 y Summer-1940). Es por tanto probable que la coloración distinta entre las especies de estudio, así como sus cambios durante un período de cautiverio sean respuestas adaptativas.

Por otra parte, se ha observado que en la rana aumentos del yodo aplicado varían estacionalmente: aumentos del 20% o más del yodo tiroideo en Bufo bufo, fueron hallados en los meses de Junio-Septiembre (Rosenskilde 1972). La variación estacional en la actividad tiroidea ha sido demostrada en muchos anfibios y quizás esto suceda en los ejemplares de estudio: los dos especímenes de A. mexicanum metamorfoseados espontáneamente lo hicieron durante los meses de Septiembre-Octubre, sin embargo, A. tigrinum y A. bombypellum se metamorfosearon durante los meses de Enero-Febrero.

Norris (1973) y Tenbroek (1959) expusieron que los aumentos en el yodo radioactivo tiroideo fueron significativamente mayores en el animal durante la metamorfosis que en larvas y animales recién metamorfoseados. Los resultados aquí obtenidos son acordes con lo antes expuesto, pero a diferencia del aumento de yodo tiroideo -

obtenido para dicho estudio, se midió la concentración de la hormona tiroidea T_3 , donde se halló que la concentración de la misma fue relativamente alta: 4.7 ± 0.26 ng/ml para A. tigrinum velasci y de 3.1 ± 0.36 ng/ml para A. bombypellum durante el proceso de la metamorfosis (en desarrollo) y baja: 0.76 ± 0.25 ng/ml para A. tigrinum velasci y 1.1 ± 0.17 ng/ml para A. bombypellum después de haber finalizado los cambios externos para la metamorfosis. Ningún dato se obtuvo en los especímenes de A. mexicanum sexualmente inmaduros y puesto que ninguno de ellos se metamorfoseó en el mismo lapso que lo hicieron las otras especies, cuando se manifestó el fenómeno sólo fue en un organismo de manera espontánea durante los meses de Septiembre-Octubre. A. tigrinum velasci y A. bombypellum manifestaron organismos sexualmente maduros.

Rosenkiláe (1972) en un intento por explicar la retención de la neotenia y ausencia de metamorfosis, señaló que existen centros-inhibidores y estimuladores hipotalámicos que controlan la liberación de TSH (hormona estimulante de la tiroides). Bajos niveles de T_4 en el renacuajo premetamórfico causan maduración de estos centros neurosecretorios resultando en una gran secreción de TRF (Et-kin 1968). Goos (1968) señala en base al modelo de Etkin que la actividad del eje hipotálamo-hipofisis-tiroides se incrementa y llega a ser muy alta durante los inicios del climax de la metamorfosis, después del cual el sistema TRF hipotalámico cambia su sensibilidad a las hormonas tiroideas (bajo su acción maduran los centros hipotalámicos) así que la retroalimentación positiva es remplazada por una retroalimentación negativa, lo que explica la gran concentración de hormonas tiroideas durante la metamorfosis y la baja concentración de las mismas después de finalizar el evento.

Norris et al (1973) ha señalado que la prolactina es responsable de mantener la neotenia en las especies por bloquear la acción de las hormonas tiroideas a nivel del hipotálamo o un factor inhibidor de tirotropina (TIF) proveniente del centro inhibidor hipotalámico (Ball et al 1972) y parece ser que en organismos neoténicos (sexualmente maduros con características larvales) el papel de

T_3 y T_4 activan el centro hipotalámico inhibido, mientras que en larvas inmaduras (A. mexicanum) debe primero ocasionar maduración hipotalámica general (Norris et al 1976). Esto último explicaría el porque de las diferencias encontradas en cuanto a concentraciones de T_3 en el plasma de A. mexicanum (el cual fue sexualmente inmaduro al momento de ser obtenidos) con respecto a A. tigrinum-velasci y A. bombypellum (organismos sexualmente maduros o alcanzaron la madurez sexual al ser obtenidos).

CONCLUSION

En un ciclo de obscuridad continua (condición más o menos semejante en la que se encuentran en los canales de Mixquic) se prevendría la iniciación de la metamorfosis en A. mexicanum, a juzgar por la pérdida de peso 0.1 g/día que se presenta durante el mismo, el cual es inferior a la pérdida que se supone es necesaria para suceda en otras especies (de 0.28 g/día) como A. tigrinia velasci y A. bombypellum después de alcanzar la madurez sexual.

La prolongación del período larval como consecuencia de un máximo aprovechamiento de las ventajas de un medio estable (canales de Mixquic) traería consigo una pérdida de sensibilidad (con edad y crecimiento) a la estimulación tiroidea en A. mexicanum.

Con la prolongación del período larval y como consecuencia in sensibilidad tiroidea con la edad y con un factor probablemente in elididor de la metamorfosis -"obscuridad casi continua"- son aspectos que contribuyen a la retención de la neotenia de A. mexicanum especie obtenida de los canales del pueblo de Mixquic.

Las diferencias halladas entre este trabajo y los reportes bibliográficos, tanto para la metamorfosis espontánea como inducida en cuanto a tiempo, número de organismos en ambas, así como la concentración de hormonas tiroideas en circulación expuestas por algunos autores son debidas a:

1) los organismos obtenidos durante los años 1968-1971 de subystrata fueron claramente de dos fenotipos: un dedo largo y neoténicos (A. mexicanum) y otros de dedo ancho y corto transformantes (A. tigrinum), los cuales contribuyeron a la reserva (stock) genética de varios laboratorios.

2) el tipo de alimentación, la cual se basó en la administración de trozos de hígado de res, que presentan una alta concentración de hormonas tiroideas, de manera tal que su administración contribuye a la inducción de la metamorfosis.

A. tigrinia velasci y A. bombypellum se metamorfosean después de alcanzar la madurez sexual a una longitud promedio de 120 mm.

Por otra parte, aparentemente la metamorfosis ocurre a una pérdida de peso promedio de 0.28 g/día en las dos especies.

La metamorfosis se indujo mediante la administración del fármaco Cynomel a dosis de 12.5 y 25 ug en ambas especies y mostraron ser normalmente sensitivos los tejidos a la estimulación tiroidea.

A. tigrinum velasci y A. bombypellum son urodélos neoténicos facultativos, donde la metamorfosis ocurre cuando ocasionalmente sus hábitats naturales y las condiciones medio ambientales se vuelven adversas para el crecimiento larval (frio, disponibilidad alimenticia, depredación etc).

La metamorfosis inducida en ambas especies causó un efecto letal, los organismos murieron posteriormente debido a la gran pérdida de peso en un corto tiempo (0.61, 0.72 g/día para A. tigrinum velasci y de 0.55 y 0.85 g/día para A. bombypellum para dosis de 12.5 y 25 ug del fármaco Cynomel).

La metamorfosis espontánea ocurrida en las tres especies resultó mejor soportada por los especímenes de A. tigrinum, los cuales permanecieron vivos un tiempo más largo.

Con los hechos hasta aquí analizados, podemos inferir que A. mexicanum está amenazado con la extinción de la especie más rápidamente, debido a la pérdida de la propiedad adaptativa de realizar metamorfosis en respuesta a los cambios del medio ambiente donde se encuentra (canales del pueblo de Mixquic).

B I B L I O G R A F I A

- Allen, B.M. (1938). Hormones and amphibians metamorphosis. Biol. Rev. 13: 1-19.
- Alvarez, V.J. (1977). Los corraídos; origen, evolución y hábitos de los vertebrados. 3a ed. México, CECMA.
- Anderson, J.D. (1961). "The life history and systematics of Ambystoma rosaceum". Copeia 371-377.
- Anderson, J.D. y Worthington, R.D. (1971). "The life of the mexican salamanders (Ambystoma mexicanum)". Copeia
- Babak, E. (1940). Color change in young amphibia". Arch. Ges. - Physiology. 131: 78-118.
- Baschieri, L., Deluca, P., Grannarosa, L. (1963). Experientia 19 - 15.
- Ball, J.N. y Rall, E.P. (1972). Investigations on hypothalamic - control of adenohypophysial junctions in teleost fishes. - General Comparative Endocrinology suppl: 3 : 11-21.
- Bern, H.A., Nicoll, C.S. y Strohman, R.C. (1967). Prolactin and tad pole growth. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1261: 518-520.
- Bowers, C.Y., Priessem, H.G., Hwang, P., Guyda, H.J. y Folker, K. - (1971). Prolactin and thyrotropin release in man by synthetic pyroglutamyl-histidyl-prolineamide. Biochem. Biophys. Res. Commun. 45: 1033-1041.
- Brandon, R.A. Spontaneous and induced metamorphosis of Ambystoma dumerilii (Duges), a paedogenetic mexican salamander, under laboratory conditions. Herpetologica 32: 429-438. (1976).
- Brandon, R.A. (1972). The mexican axolotl, dark and white: care experimental. Herpetol. Soc. 19 : 230 - 246.
- Brown, F.A. (1936). Total illumination and chromatophore state - fishes ratio of incident to reflected light and color change; measurement of chromatophore activity. Biological Bulletin 70: 8-15.
- Cardinali, D.P. (1974). Melatonin and endocrine role of the pineal organ. In: Current topics in experimental Endocrinology, vol 2, pag 107 New York : Academic press.

- Cardinali, D.P., Nagle, C.A. y Rosner, J.M. (1976). Gonadotrophin and prolactin induced increase of rat pineal hydroxyindole-O-methyltransferase: Involvement of sympathetic nervous system. Journal Endocrinology 68: 341-342.
- Chang, C.Y. (1957). Thyroxine and *Xenopus* melanophores. Science 126: 121-122.
- Clemons, G.K. y Russel, S.M. (1976). Effects of thyrotropin releasing hormone (TRH) and ergotamine on prolactin (PRL) secretion in vitro by bullfrog anterior pituitaries. Endocrinology abstract 809: 333-334.
- Convey, E.M., Tucker, H.A., Smith, V.G. y Zolman, J. (1973). Bovine prolactin, growth hormone, thyroxine and corticoid response to thyrotrophin-releasing hormone. Endocrinology 92: 471-476.
- DeGroot, L.H. (1965). Currents views on formation of thyroid hormone. Journal Medical 272: 243-250.
- Dent, J.N. (1968). Survey of amphibian metamorphosis. Metamorphosis 271-311.
- Etkin, W. y Gona, A.G. (1968). Failure of mammalian thyrotropin releasing response in tadpoles. Endocrinology 82: 1067-1068.
- Farreras, V.P. (1978). Medicina interna. 3a ed. México, edit. Marin.
- Fell, L.R. y Goding, J.R. (1973). Effects of synthetic TRF on prolactin release in the sheep. Endocrinology 93: 487-491.
- Friedden, E. (1961). Metamorphosis. American Zoology 1: 115.
- Goos, H.J. (1968). Hypothalamic neurosecretion and metamorphosis in *Xenopus laevis*. Zool. Zeelforsch. 92: 583-587.
- Gudernatsch, J.P. (1912). Thyroid amphibian metamorphosis. Arch. Mech. 35: 457-483.
- Hairston, N.G. (1965). Plethodontid salamanders. Ecol. 19: 47.
- Hoffman, R.A. y Reiter, R.J. (1965). Pineal gland: Influence on gonads of male hamsters. Science 148: 1609-1611.
- Huxley, J. (1920). Metamorphosis of axolotl caused by thyroid feeding. Nature 104: 436.
- Iturriza, F.C. (1971). Neurosecretion in the median eminence of the axolotl after induction of metamorphosis. Neuroendocrinology 7:

- Jackson, I.M., Saperstein R. y Reichlin, S. (1977). Thyrotropin releasing hormone (TRH) in pineal and hypothalamus of the frog: effect of season and illumination. Endocrinology. vol. 100 (1).
- Kaneko, J.J. (1971). Clinical biochemistry of domestic animals. 2a ed U.S.A.
- Kelly, D.E. (1958). Embryonic and larval epiphysectomy in the salamander *Taricha torosa* and observations on scoliosis. Journal Morphologie 103: 503-508.
- Larsen, L.O. y Jorgensen, C.B. (1963). Neuroadenohypophysial relationships. Symp. Zool. 9: 59-82 (cita Rosenkilde 1972)
- Laurens, H.J. (1915). Color change in young *Ambystoma*. Journal Experimental Zoologic 18: 577-638.
- Lynn, W.G. y Wachosky, H.E. (1951). The thyroid gland and its function in cold blooded vertebrate. Quart. Review Biologic 26: 123-168.
- MacDonald, L.S. (1977). veterinary endocrinology and reproductions - 2a. ed. U.S.A.
- Martof, B. (1956). Tissue in response to stimulation thyroidal in amphibian. Amer. Midl. Natur. 55: 101.
- McCrae, H. y Kaneko, J.J. (1973). Journal Experimental Zoologic.
- Mitsuma, T.J., Colucci, L.S. y Hollander, C.S. (1972). Rapid simultaneous radioimmunoassay for triiodothyronine and thyroxine in unextracted serum. Biochemical and Biophysical Research Communications vol. 46 # 6: 2107-2113.
- Nejad, I., Bollinger, J. Mitnick, K.M. y Reichlin, S. (1975). Measurement of plasma and tissue triiodothyronine concentration in the rat by radioimmunoassay. Endocrinology 96 (3): 773-780.
- Nicoll, R.A. (1971). Excitatory action of TRH on spinal motoneurons. Nature 265: 242-243.
- Nir, I. y Hirschmann. (1978). The effect of thyroid hormone on rat pineal indoleamine metabolism in vitro. Journal Neural Transmission 42: 117-126.
- Noble, G.A. (1931). The biology of the amphibia. McGraw Hill book Co. Inc. U.S.A.

- Har, I. y Hirschmann. (1978). The effect of thyroid hormones on rat pineal indoleamine metabolism in vitro. J. Neural Transmission 42: 117-126.
- Norris, D.O., Jones, R.E. y Cryley, B.B. (1972). Pituitary prolactin - levels in larval, neotenic and metamorphosed salamanders (Ambystoma tigrinum). General Comparative Endocrinology 20 : 437-442.
- Norris, D.O. y Platt, J.E. (1973). Effects of pituitary hormones, melatonin and thyroidal inhibitors on radioiodide uptake by the - thyroid glands of larval and adult tiger salamander (Ambystoma tigrinum). General Comparative Endocrinology 21 : 368-376.
- Norris O.D. y Gern A. W. (1976). Thyroxine-Induced activation of - hypothalamo-hypophysial axis in neotenic salamander larvae. - Science vol. 194: 525-526
- Oliver, C., Eskay, R.L., Ben, J.N. y Porter, J.C. (1974). Distributions - and concentration of TRH in the rat brain. Endocrinology 96 : - 540-546.
- Panda, J.N. y Turner, C.W. (1968). The role of melatonin in the regulation of thyrotropin secretion. Acta Endocrinology 57: 367 - 373.
- Prahlad, K.V. y DeLanney, L.E. (1965). A study of induced metamorphosis in the axolotl. Journal Experimental Zoology 160: 137-146
- Prahlad, K.V. y DeLanney, L.E. (1966). Actinomycin D : effect on induced metamorphosis in the mexican axolotl. Journal experimental-Zoology 165: 425-432.
- Prahlad, K.V. (1967). Induced metamorphosis: rectification of a genetic disability by thyroid hormone in the mexican axolotl (Ambystoma mexicanum). General Comparative Endocrinology 2: 21-30.
- Prosser, C.L. y Brown, F.A. (1968). Comparative Animal physiology, - 2a ed. Saunders Co. U. S. A.
- Reiter, R.J. y Fraschini, T. (1969). Endocrine aspects of the mammalian pineal gland. Neuroendocrinology 5: 219-255.
- Rosenkilde, P. (1972). Hypothalamic control of thyroid function in - amphibia. General Comparative Endocrinology suppl: 3 : 32-40.
- Rowlands, A.J. (1950). Humidity and rana color change. J. Experimental Zoology 29: 127-136

- Sawin, C.T., Boleffi, I.P., Callard, P.B. y Jackson I.Y. (1978). Induced metamorphosis in Ambystoma mexicanum: Lack of effect of triiodo thyronine on tissue or blood levels of thyrotropin-releasing hormone (TRH). General Comparative Endocrinology 36 (3): 427 - 432.
- Schmidt, K.P. (1953). A checklist of north american amphibians and reptiles (North of México) 6 th. Chicago. American Society of Ichthyologists and herpetologists VIII.
- Smith, H.M. (1969). Bioscience 19: 593
- Smith, H.M. (1971). Synopsis of the herpetofauna of México: analysis of the literature of the mexican axolotl. Eric Tunderberg - Augusta West Virginia I.
- Storer, T.I. y Usinger, R.L. (1970). General Zoology. 4a ed. New York. McGraw-Hill book company, Inc.
- Summer, F.B. (1940). Morphological color change in fishes and amphibians. Biologic Review 15: 351-375.
- Swingle, W.N. (1922). Experiments on the metamorphosis of neotenic amphibians. Journal Experimental Zoology 36: 397-422.
- Taurog, A. (1974). Effect of TSH and Long-acting Thyroid Stimulator on thyroid I metabolism and metamorphosis of the mexican axolotl (Ambystoma mexicanum). General Comparative Endocrinology 23: 257-266.
- Taurog, A., Oliver, C., Eskay, L.R., Porter J.C. y McKenzie J.M. (1974) The role of TRH in the neoteny of the mexican axolotl (Ambystoma mexicanum). General Comparative Endocrinology 24: 267-279.
- Tembroek, B.J. (1949). Studies on the absorption and incorporation in to organic compounds of I ¹³¹ by thyroid glands of Ambystoma tigrinum from local colorado populations. Tesis.
- Tompkins, R.E. (1977). Control of metamorphic events in a neotenic urodele A. mexicanum. Journal Experimental Zoology 200 - 138-159.
- Tyler y Brady. (1978). Pharmacognosy. 7a. ed. Lea Febiger.
- Waring, H. (1942). Vertebrate color change. Biological Review 17:-

I20-I50.

Wilbur, M.H. y Collins, J.P. (1973). Ecological aspects of amphibian metamorphosis. Science 182: 1305-1314.