



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

DETERMINACION DE LA EDAD EN LA RATA GRIS
Rattus norvegicus (FISCHER, 1803) POR LA TECNICA
DEL PESO SECO DEL CRISTALINO

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A ;
CRISTINA OLGUIN ESTRADA



Tlalnepantla, Edo. México

Mayo, 1991



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



Quizas no sepas
que me gusta mirarme en ti.
Quizas lo sepas
por que te ves en mi.
Quizas no entiendas
por qué fue así.
ó quizas comprendas
porque yo lo entendí.
Quizas ignoras
nuestro sentir,
ó quizas lo conozcas
porque no lo hay que decir.
Quizas no pretendas nada de mi
ó quizas quieras
lo mismo que yo, de ti.
Quizas no desees
para mi vivir,
ó quizas ansies
conmigo un poco compatir.
¿ Cuánto Sabes ?

C. I. N.

17
Amor
Puedes decir
esto cuando
sacrificas
a unos momentos
indiferentes.

A DIOS, por hacer un misterio de la vida
y permitirnos descubrir la bondad
y belleza que ella irradia.

Con amor a mis PADRES, Leopoldo Olguin y
Aurelia Estrada por el cariño y
la dedicación que me han brindado
para la realización de mi vida.

A mis grandiosos HERMANOS, Marisol, Jorge
Carmen, Aurelia y Martha ; quienes
forman parte de mis objetivos de
superación.

Con profunda nostalgia por su recuerdo,
a mi hermano POLO; quien ahora
goza de la compañía de Dios.

A una gran mujer, por enseñarme a amar y respetar. Mi Mamá MARIA.

A mi abuelita Cristina, mis tíos y primos; por lo que aprendo día con día de ellos.

A mis grandes amigos Rosy, Tere, Magda, Vicky y Edgar por los buenos momentos que con ternura recuerdo.

A NICO con cariño, por el inmenso placer que llena su alma, al descubrir lo nuevo del mundo, como una renovada esperanza.

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento, a la Dra. Beatriz Villa Cornejo por el apoyo que me brindo, como directora del presente trabajo.

A si como, al Dr. Bernardo Villa Ramirez por la coasesoria y sugerencias que aporto al trabajo.

Agradezco a mis sinodales, Dra. Catalina B. Chaves T.; Biol. Patricia Ramirez B.; Biol. Tizoc A. Altamiraro A. y al Biol. Atahualpa E. de Sucre M., por la dedicación prestada a la tesis.

Asi también a los M.V.Z. y Biols. de las instalaciones del Bioterio de la E.N.E.P.I. por su colaboración en el desarrollo de la parte experimental de la tesis.

Mi gratitud a los M.V.Z. Mayor Cano y Capitán Sosa, asi como, a los trabajadores de la granja avicola donde se realizó la recolecta del material biológico.

Mi más profundo agradecimiento al Dr. William López-Forment C. a los Biol. Nicolás Rodríguez Hernández y Biol. Teresa F. López Murillo, por la valiosa revisión y sugerencias realizadas al presente trabajo; asi como su ayuda en el trabajo de campo.

Agradezco, la acertada ayuda para la elaboración de las pruebas estadísticas y revisión del trabajo a mi amigo y compañero Biol. Roberto Martínez Gallardo.

Asi como, al Biol. Ernesto Barrera Vargas, por brindarme su ayuda en la toma de las fotografías microscópicas de los cristalinos.

Mil gracias, a mis formidables amigos: Rosa del Carmen Castro Ledesma, Miguel Angel Briones, Luis Ignacio Iñiguez, Gilberto Juan Matamoros Trejo, Ma. Lourdes Cruz Pando, Eloisa Murillo; por la constante y valiosa ayuda que me han brindado.

A mis amigos y compañeros del laboratorio de mastozoología del Instituto de Biología-U.N.A.M. ; que de alguna forma contribuyeron para la culminación de la tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, al Instituto de Biología y a mis profesores, por la enseñanza y formación que me otorgaron.

A la naturaleza por permitirme explorarla y conocer sus maravillas.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
ANTECEDENTES	13
OBJETIVOS	19
JUSTIFICACION	20
MATERIALES Y METODOS	21
RESULTADOS	28
DISCUSION	43
CONCLUSION	50
LITERATURA CITADA	51

R E S U M E N

Para la realización de cualquier estudio ecológico es necesario determinar la edad de los animales; ésta es un parámetro, entre otros, que ayuda a conocer la dinámica poblacional, a calcular la tasa de crecimiento del individuo, la maduración sexual, etc. Se han creado diversos métodos que se pueden emplear para determinar edad en los mamíferos, sobre todo en los de pequeña talla. En el presente estudio se empleó la técnica del peso seco del cristalino para determinar la edad en la rata gris (Rattus norvegicus). Como objetivo se estableció, describir la relación entre la edad y el cristalino, para lo cual se elaboró una curva patrón de crecimiento del cristalino; en base, a una regresión lineal simple $y = a + bx$. Para este objetivo se emplearon 104 ratas albinas (R. norvegicus) de edades conocidas; se obtuvo una $r = 0.96$ lo cual sugiere una relación estrecha entre el peso seco del cristalino y la edad con una $r^2 = 0.9134$. La determinación de edad se realizó en 279 ratas gris; encontrándose individuos con una edad entre los tres y ocho meses (subadultos y adultos). Se concluye que el cristalino como indicador de la edad resulta ser un método preciso para esta especie.

INTRODUCCION

El orden **Rodentia** es un grupo que tiene registradas 30 familias vivientes, 418 géneros y alrededor de 1750 especies (Ellerman, 1941; Hall, 1981; Vaughan, 1988).

La familia **Muridae** pertenece al orden Rodentia, cuenta con un gran número de especies, unas 1 130 especies en 261 géneros, sus miembros ocupan todo tipo de ambientes, exceptuando los polos de la Tierra, mostrando más abundancia en regiones subtropicales y tropicales (Walker, 1975).

Geológicamente, la familia Muridae, aparece en el Plioceno, en Europa y Asia, en el Pleistoceno se localiza en Australia y Africa; en la época reciente es traída a Norte America en las embarcaciones europeas (Walker, 1975).

Existe un registro de 15 subfamilias de la familia Muridae. Una de ellas, la **Murinae**, es la de mayor número (460 especies), ha logrado poblar casi todo el planeta y consta de una extensa variedad de tipos de roedores, adaptados para llevar vidas terrestres, fosoriales, acuáticas o arborícolas. Se les agrupa bajo la designación común de ratas y ratones, cuyo origen está en el Viejo Mundo; algunos de estos organismos viven en asociaciones con el hombre, en situaciones que van desde áreas aisladas hasta las más grandes urbes (Vaughan, 1988).

Un género perteneciente a la subfamilia Murinae es **Rattus**. Existen dos especies que lo representan en el Continente Americano y que no son nativas del mismo: R. rattus y R. norvegicus (Velasco, 1988).

Los orígenes del género Rattus, incluyendo a la rata negra (Rattus rattus) y la rata noruega (Rattus norvegicus) son de Asia Menor y del Oriente para la rata negra y la rata gris es nativa de Japón y Asia. Esta última tiene registros de haber llegado a América en 1775 (Walker, 1975).

La rata noruega (Rattus norvegicus) es conocida como la rata de alcantarilla, rata común, rata parda ó rata gris.

Es un animal robusto, con un peso aproximado mínimo de 250 gr y máximo de 485 gr . Posee una variedad de colores que van del pardo al gris con el vientre pálido; se pueden encontrar animales albinos que son utilizados en laboratorios de investigación científica. El tamaño de sus ojos es pequeño; sus orejas son pequeñas y redondeadas, su cola mide menos que la longitud de la cabeza y el cuerpo juntos, su nariz es un poco tosca (Fig. 1). El promedio de vida de estos animales es de un año (Hall, 1981; Velasco, 1988).

La rata de alcantarilla alcanza su madurez sexual de los dos a los tres meses de edad, su ciclo reproductivo es durante todo el año con un promedio de cuatro a siete camadas; el período de gestación es de 22 días, con ocho a doce crías por camada (Schnaas, 1969).

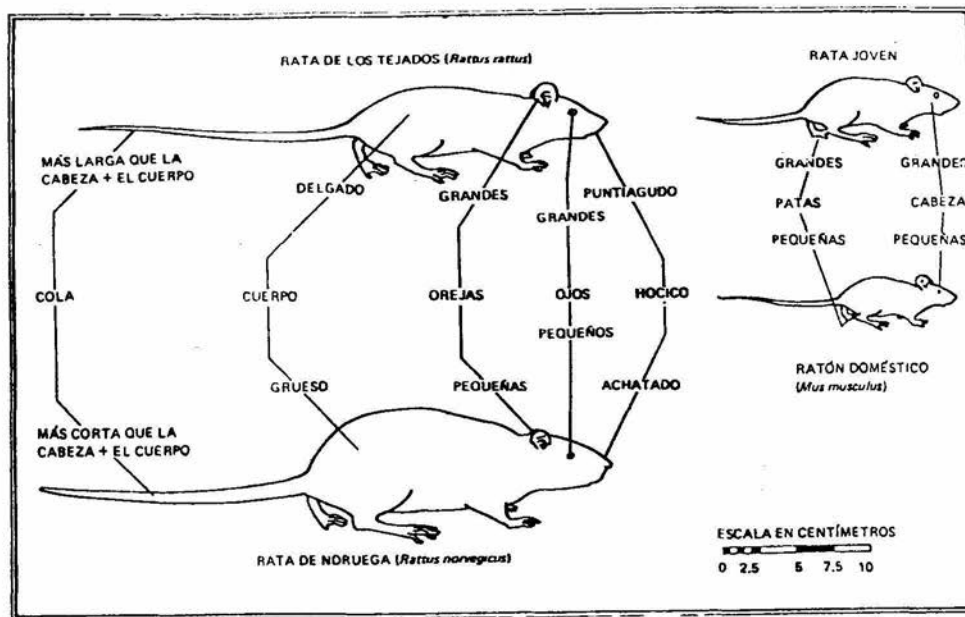


Fig. 1. Tomado de Velasco, 1988. Esquema comparativo y de identificación de los roedores domésticos.

Sus dientes son de crecimiento continuo, se les conoce un aumento aproximadamente de 13 cm. por año (Larson y Taber, 1987).

La rata gris (*R. norvegicus*) se aprovecha principalmente de los alimentos destinados al consumo del hombre, tales como cereales, vegetales, frutas, pescado y además, animales invertebrados e incluso estiércol (Velasco, 1988).

Las ratas son responsables de pérdidas en grandes cantidades

de alimento, así como de contaminación del mismo. Por lo tanto, estas especies suelen estudiarse con un enfoque ecológico, reproductivo y de abatimiento poblacional (Velasco, 1988; Franco, 1990).

Son frecuentemente huéspedes o vectores de parásitos que transmiten serias é importantes enfermedades que afectan al hombre y a los animales domésticos (Lord, 1983). Entre estas se tiene el tifo murino, la fiebre por mordedura de rata, la coriomeningitis linfocítica, salmonelosis, etc. (Velasco, 1988).

Para poder hacer estudios ecológicos ó biológicos de estas poblaciones de roedores y de cualquier otra especie, es necesario conocer la historia de vida, estructura y función de dicha población (Golley, Petruszewics y Ryszkowski, 1975) .

Se han establecido parámetros diversos, como la determinación de edad; característica que ayuda a conocer la dinámica poblacional, calcular la tasa de crecimiento del individuo, estimar máximas y promedios de longevidad, edad para maduración sexual; además de ser usado para propósitos económicos ó de control de plagas, entre otros factores (Golley Petruszewics y Ryszkowski, 1975) .

La distribución de edades de una población, es un aspecto importante de la estructura de la misma; la cual indica las proporciones de sus miembros que pertenecen a cada una de las clases de edad (Pianka, 1982).

Para determinar la edad en las poblaciones animales, se han

empleado varias técnicas, algunas sencillas y de fácil aplicación. Entre los requisitos mínimos necesarios para la determinación de la edad, en los animales, están los siguientes:

1. Ser independientes de las variaciones irregulares nutricional y fisiológicas.
2. Establecer separaciones claras entre clases de edad o de años de vida, sin emitir un juicio subjetivo que influya en estas categorías.
3. Conveniencia de aplicación en animales vivos y de todas las clases.
4. Facilidad de aplicación de manera que las técnicas pueden ser empleadas por personal semi-especializado o entrenado.

Para obtener la información necesaria, en la mayor parte de las especies, es forzoso que en la técnica a utilizar, estén presentes uno o más de los criterios señalados (Larson y Taber, 1987).

Existen varias técnicas para determinar la edad de los animales, algunas de ellas son : El desarrollo embrionario que ayuda a determinar la edad prenatal. Otras técnicas se basan en determinadas partes del cuerpo que van cambiando progresivamente en el animal desde el nacimiento hasta la muerte; entre las técnicas que caen en ésta categoría se

encuentran las observaciones sobre rugosidades o crestas sobresalientes de cuernos , cambios en las propiedades físicas del cristalino del ojo, los anillos de dientes y huesos, medidas del cuerpo, el sistema genital, entre otros (Golley, Petruszewicz y Ryszkowski,1975; Larson y Taber,1987).

El punto en que una técnica dada puede ser aceptada, depende de su grado relativo de precisión y del número razonable de animales que puedan obtenerse para alcanzar la información, debido a que, la aplicación de técnicas precisas conocidas involucran un riesgo inaceptable para la especie ó el sacrificio de un alto número de individuos. El grado de exactitud requerido de una técnica para la determinación de la edad es cuestión de la precisión de las consecuencias que pueden resultar de una apreciación equivocada (Larson y Taber, 1987).

La técnica propuesta para este estudio en particular, es la de peso del cristalino como indicador de la edad, utilizada por Rexford D. Lord en 1959 .

Desde el punto de vista sólo del ojo, el morfólogo puede determinar mucho acerca de los hábitos de cualquier vertebrado (Hildebrand, 1982) .

Los ojos de todos los vertebrados presentan la misma configuración general, pero se observan muchas variaciones (Weichert y Presch,1981). Las partes principales del ojo (fig.2) son : Párpado, córnea, cristalino, conjuntiva, iris,

aparato ciliar, esclerótica, coroides, retina, capa pigmentada y nervio óptico (Hildebrand, 1982) .

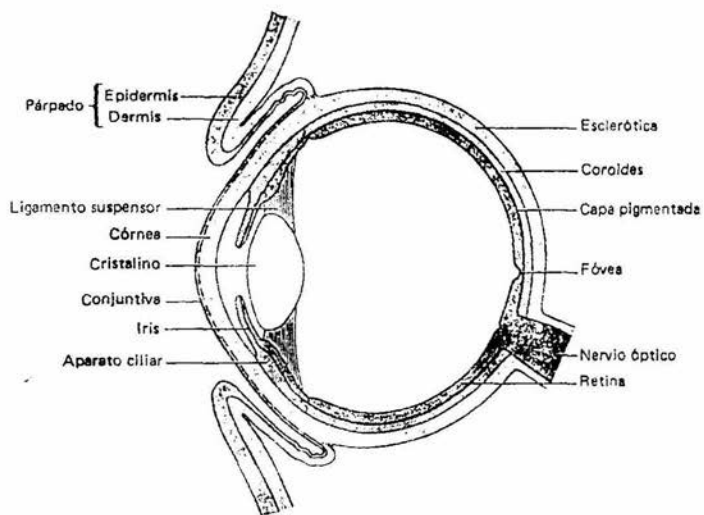


Fig. 2. Tomado de Hildebrand, 1982. Estructura general del ojo de un mamífero diurno.

El ojo típico de los mamíferos responde en líneas generales a la descripción del ojo humano, no obstante, existen algunas diferencias como; el párpado superior es mayor que el inferior y esta dotado de mayor movilidad y las glándulas lagrimales están situadas debajo del párpado superior. En cuanto a la forma de la pupila se observan muchas variaciones entre los mamíferos

pero lo más común es que sea circular. La visión a color parece estar limitada a los primates superiores (Weicher y Presch, 1981)

Una estructura del ojo, que presenta un eficiente tejido para el análisis de varios procesos bioquímicos es el cristalino (Bloemendal, 1977).

Se conoce que el cristalino del ojo de los vertebrados crece durante toda la vida del individuo y no muda sus células; lo cual permite ser a éste un indicador, ideal, de la edad para muchas especies de aves y mamíferos (Bloemendal, 1977).

El cristalino es un órgano altamente especializado, cuya función es llevar la incidencia de los rayos de luz sobre su propia refracción dando un orden visual. Las diferentes partes del ojo tienen su origen en tres fuentes embrionarias; la retina y el nervio óptico son productos de la pared del cerebro; el ectodermo epidérmico de la cabeza da origen al cristalino y parte de la córnea y el mesénquima colindante proporciona las demás partes de éste (Torrey, 1978).

El cristalino se encuentra atrás del iris, siendo una lente biconvexa. Es claro y transparente durante la vida, pero en las piezas conservadas se hace opaco. La cara posterior es más convexa que la anterior. Rodeando estrechamente al cristalino hay una delgada capa llamada cápsula del cristalino. Del cuerpo ciliar salen muchas fibras radiales que se insertan en la cápsula del cristalino y forman el ligamento del cristalino o zónula, cuya función es mantener la posición del lente

(Fig.3). La forma del cristalino no es fija, sino que experimenta cambios y de éste modo se lleva a cabo la acomodación ó enfoque del ojo, que le permite enfocar objetos situados a diversas distancias (Windle, 1976; Weichert y Presch, 1981; Ham, 1986).

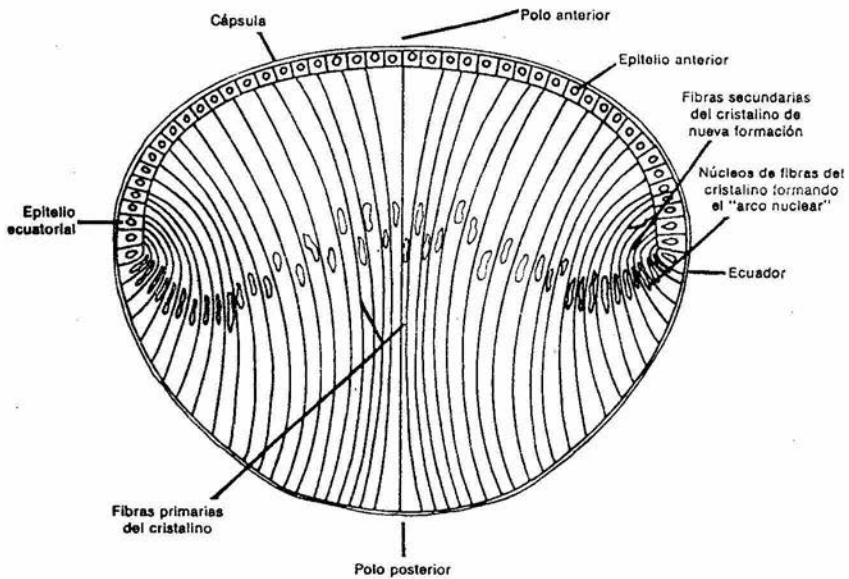


Fig. 3. Tomado de Ham,1986. Esquema de un corte transversal de la estructura del cristalino.

Crecimiento del Cristalino .

La tasa de crecimiento del cristalino es rápida en el desarrollo embrionario y en la vida postnatal temprana, después baja lentamente. Solamente hay pocas mitosis y éstas son hechas por células epiteliales. El continuo proceso de la división celular en el epitelio lenticular no solamente tiene una función progresiva en el cristalino, sino además, el endurecimiento gradual del núcleo en la edad del órgano.

El cristalino crece porque las células epiteliales de la capa anterior y la región del ecuador siguen diferenciándose en fibras del cristalino que se añaden (debajo de la cápsula) a la periferia, inmediatamente por detrás del ecuador. Las células de la capa anterior, al proliferar y desplazarse hacia el ecuador, actúan como células progenitoras para la formación de nuevas fibras, pero se diferencian en fibras sólo en el ecuador (fig.3). Al formarse nuevas fibras en este sitio, aumenta el diámetro del cristalino (Ham, 1986) .

En vista de lo anterior, los cristalinos son utilizados para estudios a nivel molecular, de procesos fundamentales como el desarrollo, diferenciación y la edad. La proteína α -cristalina es la que juega el papel principal en el cristalino y es intensamente utilizada. (Bloemendal, 1977).

Existe otra proteína insoluble, la tirosina; se acumula durante la vida del individuo en el cristalino y permite la aplicación de una técnica para determinar con certeza una estimación de edad para pequeños mamíferos (Dapson e Irland, 1972; Birney, Jenness y Baird, 1975) .

ANTECEDENTES

Los antecedentes de esta técnica están basados en varias investigaciones, las cuales han aplicado el método de Lord, 1959.

Entre los pioneros en estos estudios destaca Rexford Lord, 1959; quien usó el cristalino como indicador de la edad en conejos (Sylvilagus floridanus), por medio de la técnica que él mismo diseñó y aplicó. Utilizó 92 conejos, a los cuales se les determinó la edad hasta los 30 meses; inmediatamente después de la muerte de los conejos, se removieron los ojos y se colocaron en formol al 10 %, con el propósito de permitir que la estructura del cristalino se endureciera y separar fácilmente el humor vítreo. Un período de una semana fue suficiente para la fijación. El cristalino entre más tiempo este en formol más duro se pone y por consiguiente es más fácil trabajar con él.

Después de fijar los cristalinos, se removieron de los ojos, colocándose en papel secante para quitar exceso de humedad de la superficie; posteriormente se pesaron y se colocaron a secar en una estufa a 80° C, dejándolos de 24 a 36 horas en ella, suficientes para obtener el peso seco. Realizó por separado varias curvas de crecimiento de la serie de cristalinos de los conejos de edades conocidas. La primera curva elaborada fué de

peso húmedo, la segunda de peso seco, la tercera curva de volúmen y la cuarta, del porcentaje del material seco, para determinar cuál de estas medidas era la más satisfactoria. Concluyó que la curva de peso seco era la más acertada y que había diferencias de peso entre el ojo derecho y el ojo izquierdo, observando que además no existían diferencias entre sexos.

Dudzinsky y Mykytowycs (1961), trabajaron la misma técnica utilizando conejos silvestres de Australia (Oryctolagus cuniculus) principalmente para investigaciones ecológicas.

En 1962 se publicaron en The Journal Wildlife Mangement, tres trabajos, en que los autores, determinaron la edad de los mamíferos por medio del cristalino, dos de éstos se realizaron con conejo: Edwards (1962), describió la estructura de edades en las poblaciones de conejo (S. floridanus) por el peso del cristalino. Wight y Clinton (1962), realizaron una comparación de métodos para determinar la edad del conejo de la especie anterior mencionada; usaron la técnica de rayos-X y la del peso del cristalino.

Beale (1962) relacionó el crecimiento del cristalino con la edad de la ardilla Sciurus niger, concluyendo que la técnica es una buena aportación para determinar la edad.

Ben y Miller (1962) Determinaron la edad por el cristalino del ojo en berrendos. Concluyen que es un método preciso para conocer la edad de estos animales.

Campbell y Tomlinson (1962) realizaron un trabajo con aves de Nuevo México, pécridices Alectoris graeca, para determinar su edad por el peso del cristalino. Concluye que hay diferencias significativas entre el peso de los cristalinos de adultos y jóvenes y entre machos y hembras.

Bauer, Johnson y Scheffer (1964) por medio del cristalino determinaron la edad en la foca Callorhinus ursinus. Concluyendo que la técnica se puede utilizar para conocer la edad en estos pinípedos.

Dahlgren, Twedt y Herderson (1964) trabajaron con guacos Pedioecetes phasianellus y en 1965, Dahlgren, Twedt y Trautman estudiaron el faisán de collar Phasianus colchicus utilizando la técnica del peso del cristalino. Encontraron que el peso del cristalino no incrementa apreciablemente después del primer año de edad, para ambas especies.

Longhurst (1964) presenta una evaluación de la técnica del cristalino para conocer edad en venado bura Odocoileus hemionus columbianus.

Nellis (1966) determinó el peso del cristalino en fetos de venado bura Odocoileus hemionus. Encontró que el peso corporal del feto aparentemente se relacionaba con el peso del cristalino.

Friend (1967) encuentra decremento en el peso del cristalino en congelación en cuyos de Guinea Cavia porcellus.

Connolly, Dudzinsky y Longhurst (1969) usaron el cristalino como indicador de la edad en la liebre de cola negra Lepus californicus. Concluyendo que es método preciso.

Labisky, Mann y Lord (1969) determinaron las características del cristalino en peso y crecimiento, del faisán Phasianus colchicus. Concluyen que para esta especie, la técnica del cristalino es un método preciso.

Brown (1970) trabajó con el peso del cristalino como indicador de la edad en palomas Columba livia. Precisa que con esta técnica se pueden establecer clases de edad.

Fisher y Perry (1970), estimaron la edad en la ardilla gris Sciurus carolinensis por el cristalino. Determinaron que el método muestra ventajas al usarlo, y se pueden diferenciar diversas clases de edad. Siguen la técnica de Lord (1959) pero después de que remueve el cristalino del ojo y enjuaga con agua los coloca en alcohol al 95 % durante 3 a 5 minutos para una deshidratación parcial. Esta deshidratación parcial en alcohol elimina el problema de adherencia del cristalino y el peligro del secado superficial del mismo.

Pelton (1970) Estudia los efectos de la congelación en el peso del cristalino para determinar edad en conejos Sylvilagus floridanus.

Dapson e Irland (1972) analizan el método del cristalino para determinar edad en pequeños mamíferos, acordando que la técnica se puede utilizar para determinar edad en los mamíferos de este tamaño.

Jain y Prakash (1981) usaron el cristalino del ojo como indicador de la edad en el jerbo indú Tatera indica. Encontrando diferencias significativas entre ambas variables, explicando que biológicamente la edad no es el único factor que rige el peso del cristalino.

Rusch, Reeder y Rusch (1981), trabajaron en la ardilla roja Tamiasciurus hudsonicus relacionando cristalino, testículo y peso del cuerpo. Concluyendo que, el peso seco del cristalino es el mejor indicador de la edad.

Jackson (1986), determinó la edad en un pequeño roedor nativo de Argentina, la vizcacha Lagostomus maximus, en base al peso del cristalino. Determinó que la técnica sirve como buen indicador para estimar la edad.

En 1986, Teska y Pinder, determinaron los efectos de la nutrición en el peso del cristalino, a través de la edad. Concluyendo que, para la especie Sigmodon hispidus la nutrición sí influye en el crecimiento del cristalino.

Quére y Vicent (1989) determinaron la edad en el musgano gris, ratón de la madera Apodemus sylvaticus por el peso del cristalino.

Por lo anterior se puede concluir que todos los trabajos realizados con la técnica de Lord (1959), se enfocan al estudio de aves y mamíferos silvestres que tienen importancia económica. Sin embargo, no se han encontrado trabajos elaborados con la rata gris.

Varios autores han revisado la literatura de la técnica del peso del cristalino (Dapson e Irland, 1972). Determinando que los cristalinos son una estimación ideal para la edad del animal, porque estos carecen de vasos sanguíneos y por lo tanto, no son afectados por variaciones fisiológicas.

Pelton (1970) realizó un estudio en el cual delineó variables que alteran el peso del cristalino y por lo tanto la determinación de edad, para este estudio empleo conejos. La variable establecida fue el efecto de la congelación de los cristalinos. La principal diferencia entre los cristalinos congelados y los no congelados fue de un 5 a 10 % en el total de su peso seco. Los cristalinos congelados muestran la superficie opaca previo al secado, además de una deshidratación del humor vitreo y acuoso, lo cual dificulta el removimiento del cristalino. Finalmente, recomienda remover los cristalinos inmediatamente después de la muerte del animal y colocarlos en formol al 10 % y por consiguiente no colocar los lentes en congelación, debido a que estos factores y la descongelación de los mismos alteran los resultados reales.

Por todo lo anterior expuesto, la **HIPOTESIS** propuesta para éste trabajo es que :

El peso del cristalino se encuentra relacionado directamente con el desarrollo del animal, por lo tanto puede ser utilizado como criterio para la determinación de la edad en la especie Rattus norvegicus.

OBJETIVOS

- Determinar la edad de la rata gris R. norvegicus, en condiciones silvestres, en base al peso seco del cristalino.

Objetivos Especificos :

1. Realizar una curva patrón de crecimiento, en la rata albina R. norvegicus. a través de la técnica del peso seco del cristalino; para determinar la edad de la rata gris.
2. Describir las ventajas ó desventajas, de la técnica propuesta para la aplicación de la misma.

JUSTIFICACION

Para conocer el comportamiento de una población animal dada, entre otros parámetros, hace falta conocer su relación con el tiempo ó la edad (Margalef, 1980). La interpretación de la edad en base del tamaño y morfología de los individuos, requiere un conocimiento suficiente de la biología de la especie haciendo más real la edad estimada para la misma (Margalef, 1980).

Por consiguiente, se buscó un método que no estuviera influenciado por los aspectos antes mencionados y que la determinación de la edad fuera lo más precisa posible.

La técnica del peso seco del cristalino fue la seleccionada para la realización de este trabajo.

Las características fisiológicas que tiene el cristalino, le permiten aumentar en peso conforme vive el individuo, hacen de ésta estructura un factor ideal para estimar la edad. Además, es una técnica fácil de aplicar.

MATERIALES Y METODOS

RECOLECTA DE LA RATA GRIS.

La investigación se realizó en una granja avícola, localizada en la Ciudad de México en la Delegación Iztapalapa. A una altitud promedio de 2,300 m a 19°18'30" de latitud N y 99°04'25" de longitud W. Su clima es templado con lluvias en verano; la temperatura media anual es de 16°C con una mínima de 7°C. La precipitación pluvial promedio al año es de 640 mm. (García, 1986).

La granja esta constituida por aves de postura y cerdos. El periodo de recolecta se realizó durante un año, de febrero de 1988 a enero de 1989, utilizandose 30 trampas del No. 0 (tipo cepo) colocandose uniformemente, sin cebo, una vez a la semana en los gallineros.

A los roedores capturados vivos, se les anesteció con éter etílico ó cloroformo para sacrificarlos; se les registrarón las medidas morfométricas, tales como: longitud total, de la cola y de la pata trasera; así como peso, sexo y estado reproductivo. Para este propósito se utilizó un vernier, cinta métrica y una balanza granataria.

Inmediatamente después de la muerte del animal se obtuvieron los ojos y se colocaron en un tubo de ensaye con formol al 10 % según la técnica de Lord, 1959; identificando el ojo derecho y el izquierdo (Fig.4).

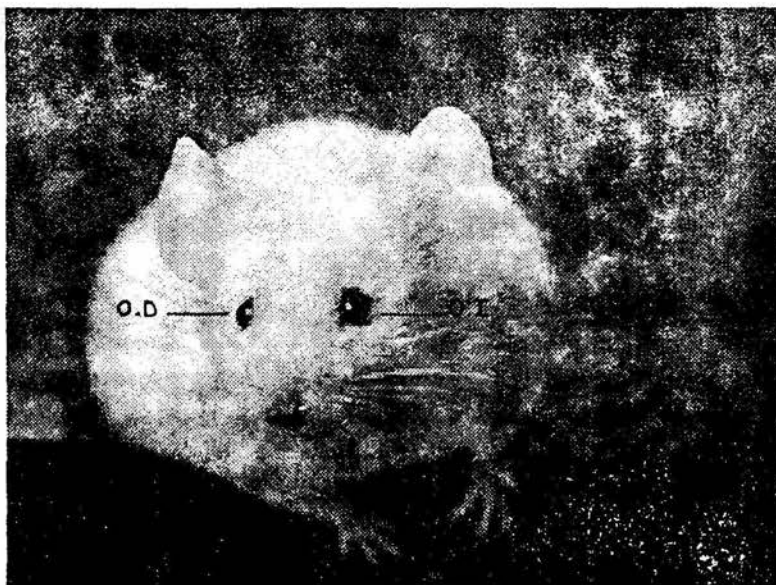


Fig.4. Esquema para identificar la posición del ojo derecho e izquierdo de la rata (Rattus norvegicus).

MODIFICACIONES A LA TECNICA DE LORD, 1959.

La técnica del peso seco del cristalino (Lord,1959), se modificó de acuerdo a los requerimientos del trabajo realizado en el presente estudio.

Inmediatamente después de la muerte de la rata, se removieron los ojos y se colocaron en una solución de formol al 10 % para fijarlo. Durante un periodo de cinco meses, aproximadamente, se mantuvieron los ojos en la sustancia fijadora. Este periodo se asignó arbitrariamente considerando que entre más tiempo permaneciesen en formol, era mejor la obtención del cristalino.

Posteriormente, por medio de una disección bajo el microscopio estereoscópico, se separaron los cristalinos de los ojos y se limpiaron con agua corriente, utilizando papel secante para eliminar el exceso de humedad. Enseguida se pesaron en una balanza analítica con precisión de 0.0001 gramos; para después colocarlos a secar en una estufa a 80° C , con la finalidad de que los cristalinos se deshidraten.

Se realizó un ensayo experimental previo a la utilización de la técnica; para conocer el tiempo máximo para que el cristalino se deshidratara totalmente. Se usaron 15 ratas albinas Rattus norvegicus; los cristalinos obtenidos se dejaron secar a tiempos diferentes, para conocer cuál era el apropiado. A siete de las muestras de cristalinos se les tomó el peso seco

cada 24 horas, hasta cumplir el sexto día, identificando que después de este tiempo ya no había deshidratación. A las ocho muestras restantes se les dejó secar durante seis días consecutivos, obteniendo el mismo resultado.

Conforme a lo anterior, se estableció que los cristalinos permanecieran hasta el sexto día dentro de la estufa para después tomar el peso seco. Cumplido el tiempo señalado, los cristalinos se pesaron a la brevedad posible, considerando que una característica de ellos es ser higroscópicos, lo cual les permite volver a hidratarse tomando humedad del ambiente.

TRABAJO DE LABORATORIO.

Esta parte de la investigación se realizó con la rata albina (cepa Wistar) Rattus norvegicus; variedad de la rata gris, es de fácil manejo, lo cual permitió la elaboración de la curva patrón de crecimiento del cristalino.

El estudio se realizó en las instalaciones del Bioterio de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala - UNAM . Durante el período de junio de 1989 a julio de 1990.

Se trabajó con un lote inicial de 17 ratas albinas R.norvegicus. De las cuales, 13 fueron hembras y 4 machos con una edad de 35 ± 5 días de nacidas. Se colocaron en jaulas individuales, cada una se marcó en la cola para su identificación. El alimento que se les proporcionó fue purina para roedores en forma de pellet y agua potable, ambos ad-libitum.

Posteriormente se aparearon un macho con una hembra, durante tres días seguidos se dejaron juntos en una jaula individual, para asegurar fecundación; se registró el periodo de gestación, de parto, de nacimiento y número de crías. Al mes de edad, a las crías, se les determinó el sexo y a los dos meses se separaron para evitar cruces entre ellos; colocándolos en jaulas individuales.

Las crías, se anesteciaron hasta el sacrificio con éter etílico, a intervalos de 10 días, hasta completar un año de edad. De cada rata sacrificada, se registró sexo, edad, y las medidas morfométricas, como : longitud total, de la cola y de la pata trasera y peso corporal. Enseguida se removieron los ojos y se colocaron en formol al 10 % siguiendo la técnica de Lord, 1959 modificada para éste trabajo. Se utilizaron tres animales para cada intervalo de edad.

La rata gris adquiere la madurez sexual de los dos a los tres meses de edad (Leslie, 1952; Ceballos, 1984; Velasco, 1988) En base a esto se establecieron las categorías de edad, para la rata gris, de la forma siguiente:

- 1-2 meses de edad - rata joven
- 2-3 meses de edad - rata subadulta
- 3 meses en adelante - rata adulta

De acuerdo a la definición de edad de Larson y Taber, 1987 :

Inmaduros jóvenes: Demasiado joven para procrear y además distinguibles de los adultos por caracteres externos.

Subadulto: Externamente se parece al adulto pero no ha procreado aún.

Adulto: Un animal que ha procreado.

Y a la clasificación de edad de Berry y Southern (1970);

Jóvenes adultos (subadultos)

Viejos adultos (adultos)

Esta clasificación se basa en, la intensificación de crecimiento, maduración sexual y características morfológicas; la clasificación se hizo para poblaciones de Sorex araneus.

METODO ESTADISTICO .

Para la realización de la Curva Patrón de Crecimiento del Cristalino, fue necesario realizar una prueba estadística que pudiera emplearse para tales fines. Una revisión de los antecedentes de la técnica del peso seco del cristalino muestra que los investigadores trabajaron con modelos de regresión lineal simple para apoyar sus argumentos de, la relación del crecimiento del cristalino con la edad.

Conforme a lo anterior, se empleó, para este estudio, un modelo en base a una Regresión Lineal Simple. El cual ayudó a predecir el valor de (Y) que resultará de la aplicación de un valor específico de (X); (Shefler, 1981). Es decir, el análisis de regresión consistió en la medición del grado de dependencia del crecimiento del cristalino, con respecto a la edad del animal.

Mediante Coeficientes de correlación entre el peso del cristalino y de la edad, se estableció el grado de relación que existe entre ambas variables.

La aplicación de Analisis de Varianzas (Shefler, 1981) y Pruebas de Homogeneidad (Leach, 1982), se realizó para conocer si había ó no diferencias significativas entre los parámetros establecidos: sexos, tamaños y pesos corporales y pesos del cristalino.

RESULTADOS

CURVA PATRON DE CRECIMIENTO DEL CRISTALINO.

Para la determinación de edad de la rata gris, se elaboró una curva patrón de crecimiento con la utilización de ratas albinas Rattus norvegicus con edades conocidas. Las primeras 11 muestras fueron de una edad de 10 a 30 días a las cuales no se les pudo definir el sexo ni las medidas morfométricas, a consecuencia de que morían en tiempo no previsto y eran devoradas por la madre. Las restantes fueron; 46 ratas machos y 47 ratas hembras siendo un total de 104 .

La realización de análisis de varianza (Tabla 1) mostró que hay diferencias significativas entre los pesos corporales de machos y hembras ($P < .05$), siendo en general mayor el peso promedio para machos (354 gr) que para hembras (255) .

Fuente variación	Suma Cuadrados	G.L.	Cuadr. Medios	F
Entre grupos	1091327.3	2	545663.66	49.60
Dentro grupos	1263956.2	101	12514.44	

Tabla 1. Análisis de varianza para peso corporal en ambos sexos de la rata albina (R.norvegicus).

En referencia a la longitud total del cuerpo, en ambos sexos; el análisis de varianza (Tabla 2) mostró diferencias significativas ($P < .05$); para machos el promedio de la longitud corporal fue de 247 mm y para hembras de 209 mm .

Fuente variación	Suma Cuadrados	G.L.	Cuadr. Medios	F
Entre grupos	543263.09	2	271631.55	40.96
Dentro grupos	669762.87	101	6631.32	

Tabla 2. Análisis de varianza para la longitud total del cuerpo, entre ambos sexos de la rata albina (R.norvegicus).

En base a estos resultados, posteriormente, se realizó un análisis de varianza entre el peso seco del cristalino derecho e izquierdo en ambos sexos. No hubo diferencias significativas ($P < .05$) entre los pesos de los cristalinos del ojo derecho e izquierdo en los sexos (Tablas 3 y 4). Por lo tanto los valores obtenidos en ambos sexos de las ratas de edades conocidas, se combinaron para realizar el subsiguiente análisis de regresión lineal.

Fuentes variación	Suma Cuadrados	G.L.	Cuadr. Medios	F
Entre grupos	5.307E-006	1	5.307E-006	.468
Dentro grupos	8.957E-004	79	1.204E-005	

Tabla 3. Análisis de varianza para peso seco del cristalino derecho en ambos sexos de la rata albina (R.norvegicus).

Fuente variación	Suma Cuadrados	G.L.	Cuadr. Medios	F
Entre grupos	1.131E-006	1	1.131E-006	.094
Dentro grupos	9.518E-004	79	1.204E-005	

Tabla 4. Análisis de varianza para peso seco del cristalino izquierdo en ambos sexos de la rata albina (R.norvegicus).

El peso seco promedio del cristalino derecho e izquierdo para ambos sexos fue de :

	Peso cristalino derecho (gr)	Peso cristalino izquierdo (gr)
Machos	0.0225	0.0228
Hembras	0.0230	0.0231
Promedio	0.0228	0.0229

De acuerdo a lo anterior, se presenta la tabla 5, la cual muestra los promedios en rata albina en cuanto a la edad, sexo, longitud total, peso corporal y peso seco del cristalino.

Con los pesos secos promedios del cristalino de cada clase edad se elaboró una regresión lineal. Encontrando como resultado una $r = 0.96$ lo cual sugiere una relación estrecha entre las dos variables (Peso del cristalino y la edad) y un $r^2 = .9134$. Se concluyó que el ajuste lineal es el adecuado para este objetivo. En la tabla 6 y Fig. 5 se presenta la regresión lineal y el coeficiente de correlación.

El modelo utilizado para la regresión lineal fue el siguiente:

$$Y = a + b X$$

donde: $Y =$ Logaritmo del peso seco promedio del cristalino izquierdo y derecho por cada clase de edad.

$a =$ Ordenada al origen

$b =$ Pendiente

$X =$ Logaritmo de edad (expresada en días).

La fórmula se sustituyó, ajustandola para el modelo, de la siguiente manera: $\text{Log } X = \frac{\text{Log } Y + a}{b}$

b

EDAD DÍAS	SEXO		LONG. TOTAL (mm)		PESO CORPORAL (grs)		PESO SECO CRISTALINO OJO	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	DERECHO	IZQUIERDO
10	-	-	-	-	-	-	0.0018	0.0021
20	-	-	-	-	-	-	0.0053	0.0054
30	-	-	-	-	-	-	0.0074	0.0072
40	1	-	-	-	-	-	0.0096	0.0094
50	2	1	-	-	183	141	0.0112	0.0113
60	1	2	-	-	252	185	0.0131	0.0128
70	3	-	392	-	-	-	0.0137	0.0137
80	3	-	416	-	270	-	0.0147	0.0149
90	3	-	224	-	283	-	0.0167	0.0167
100	2	1	223	205	256	205	0.0171	0.0172
110	1	2	260	215	390	235	0.0189	0.0182
120	1	2	250	220	385	230	0.0188	0.0190
130	1	2	265	223	430	250	0.0204	0.0207
140	3	-	260	-	430	-	0.0214	0.0245
150	1	2	270	225	470	258	0.0202	0.0197
160	2	1	248	220	380	265	0.0212	0.0210
170	-	3	-	223	-	265	0.0213	0.0213
180	1	2	260	225	470	278	0.0217	0.0218
190	1	2	280	223	540	263	0.0224	0.0225
200	-	3	-	223	-	280	0.0208	0.0212
210	1	2	260	228	420	320	0.0241	0.0240
220	2	1	255	220	350	250	0.0241	0.0247
230	3	-	265	-	433	-	0.0236	0.0240
240	1	2	270	225	475	250	0.0246	0.0247
250	1	2	280	225	460	250	0.0233	0.0236
260	1	2	260	225	450	268	0.0250	0.0246
270	1	2	260	220	440	265	0.0244	0.0248
280	2	1	278	230	463	300	0.0252	0.0255
290	3	-	273	-	493	-	0.0275	0.0277
300	1	2	245	215	365	256	0.0234	0.0234
310	1	2	270	240	510	381	0.0238	0.0250
320	1	1	295	240	565	300	0.0277	0.0279
340	1	1	270	245	450	320	0.0271	0.0275
350	-	2	-	233	-	283	0.0267	0.0263
360	-	3	-	217	-	260	0.0277	0.0271

Tabla 5. Número total de la muestra, con promedios de sexos, longitud total, peso corporal y peso seco del cristalino, conforme a la edad en días; de la rata blanca (Rattus norvegicus).

ANALISIS DE REGRESION. MODELO LINEAL: $Y=a+bx$

VARIABLE DEPENDIENTE : LOG.PESO CRISTAL. VARIABLE INDEPENDIENTE: LOG. EDAD

PARAMETROS	ESTIMACION	ERROR ESTANDAR	VALORES T	NIVEL PROBABILIDAD
INTERCEPTO	-3.02873	0.0692152	-43.7582	.00000
PENDIENTE	0.599347	0.0316576	18.9321	.00000

ANALISIS DE VARIANZA

	Suma de cuadrados	gl	cuadr.medios	F	nivel probabil.
Modelo	1.77568	1	1.77568	358.4262	.00000
Error	.168440	34	.004954		
Total	1.944121	35			

Coefficiente Correlacion = 0.955698
 Error estandar Est. = 0.0703854

R-cuadrada = 91.34 por ciento

Tabla 6. Análisis de regresión lineal simple y coeficiente de correlación, para la realización de la curva de crecimiento, con ratas albinas (*R. norvegicus*).

CURVA PATRON DE CRECIMIENTO DEL CRISTALINO

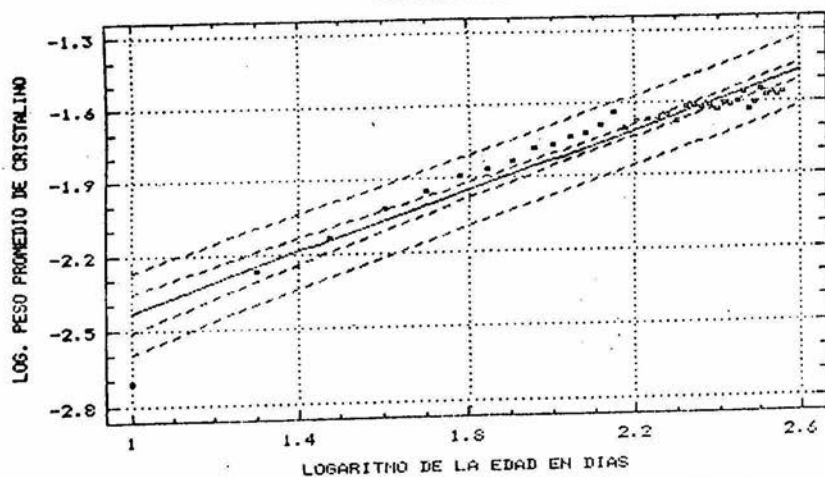


Fig. 5. Gráfica del modelo de regresión lineal simple, presentada en logaritmos.

Ejecución: Por ejemplo para conocer una edad determinada, si suponemos que:

$$Y=0.0186$$

$$b=0.599347$$

$$a=3.0287$$

$$\text{Log } X = \frac{\text{Log } 0.0186 + 3.02873}{0.599347} = \frac{-1.7304 + 3.02873}{0.599347} = 2.1660$$

Log X= 2.1660 Esta es la edad expresada en logaritmos, para conocer la edad en días se obtiene el antilogaritmo de X .

antilog X = 146 Siendo ésta la edad expresada en días.

Cabe mencionar que el modelo de ésta regresión lineal predice la edad del animal con un intervalo de error de ± 17 días de diferencia.

La variable edad, expresada en días, se transformó a logaritmos (Log); de igual forma se hizo para el peso seco promedio del cristalino. Esto se hace para lograr un mejor ajuste lineal del modelo (Tabla 7).

EDAD DIAS	LOGARITMO EDAD	LOGARITMO PESO SECO CRISTALINO	EDAD DIAS	LOGARITMO EDAD	LOGARITMO PESO SECO CRISTALINO
10	1	-2.70	190	2.27	-1.64
20	1.30	-2.27	200	2.30	-1.67
30	1.47	-2.13	210	2.32	-1.61
40	1.60	-2.02	220	2.34	-1.61
50	1.69	-1.95	230	2.36	-1.62
60	1.77	-1.89	240	2.38	-1.60
70	1.84	-1.86	250	2.39	-1.62
80	1.90	-1.82	260	2.41	-1.60
90	1.95	-1.77	270	2.43	-1.60
100	2	-1.76	280	2.44	-1.59
110	2.04	-1.73	290	2.46	-1.55
120	2.07	-1.72	300	2.47	-1.63
130	2.11	-1.68	310	2.49	-1.60
140	2.14	-1.63	320	2.50	-1.54
150	2.17	-1.70	330	2.51	-1.57
160	2.20	-1.67	340	2.53	-1.56
170	2.23	-1.67	350	2.54	-1.57
180	2.25	-1.66	360	2.55	-1.55

Tabla 7. Promedios de (log) de edad y peso seco del cristalino, para la realización de la regresión lineal simple.

DETERMINACION DE LA EDAD EN LA RATA GRIS (Rattus norvegicus)

En el periodo de captura (abril 1988 a enero 1989) se obtuvo una muestra de 279 individuos. Se registraron 165 ratas macho y 114 ratas hembra. Los pesos corporales promedios, respectivamente oscilaron entre 329 y 344 gr. Mediante un análisis de varianza ($P < .05$) se encontró que hay diferencias significativas de pesos en ambos sexos (tabla 8), con lo que respecta al total de la muestra (Tabla 9).

Fuente variación	Suma de cuadrados	G.L.	C. Medios	F
Entre grupos	15665.3	1	15665.27	1.370
Dentro grupos	3167919.8	277	11436.53	

Tabla 8. Análisis de varianza para pesos corporales en ambos sexos de la rata gris (R.norvegicus).

En referencia a las medidas morfométricas se anotó la longitud total del animal, para registrar diferencias entre sexos; el promedio de la misma fue de 222 mm para machos y 223 mm para hembras. Mediante un análisis de varianza se muestra que no hay diferencias significativas ($P < .05$) en cuanto a la longitud total entre machos y hembras (Tabla 9).

MES RECOLECTA	SEXO		LONG. TOT. (mm)		PESO CORPORAL (grs)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
ABRIL	9	3	192	220	146	190
MAYO	16	14	234	228	378	361
JUNIO	16	13	223	211	345	354
JULIO	4	3	215	213	381	380
AGOSTO	10	9	223	230	316	341
SEPTIEMBRE	13	11	206	215	187	290
OCTUBRE	18	11	226	231	345	422
NOVIEMBRE	38	19	222	217	317	306
DICIEMBRE	28	21	226	220	354	351
ENERO	13	10	222	219	332	322

Tabla. 9. Número total de la muestra, con promedios de captura, longitud total y peso corporal de rata gris (R.norvegicus), durante el periodo de abril 1988 a enero 1989.

Fuente variación	Suma Cuadrados	G.L.	Cuadr. Medios	F
Entre grupos	57.29	1	57.29	.068
Dentro grupos	232235.36	277	838.39480	

Tabla 10. Análisis de varianza para longitud total en ambos sexos de la rata gris (R.norvegicus).

En alusión al peso seco de los cristalinos de la muestra de ratas gris, se observó homogeneidad entre los grupos. Esto indica que, para hembras y machos de la misma edad el peso del cristalino del ojo derecho como izquierdo no son significativamente diferentes ($P < .05$). El peso seco promedio del cristalino derecho es de 0.0186 gr en machos y de 0.0195 gr para hembras y para el ojo izquierdo es de 0.0165 gr en machos y de 0.0169 gr para hembras.

Posteriormente se realizó un análisis de varianza entre ambos cristalinos del grupo de ratas gris, determinándose que hay diferencias significativas ($P < 0.05$). El cristalino derecho es más grande que el izquierdo, para ambos sexos, lo que no se observa en los cristalinos del grupo de ratas albinas (Tabla 11).

Fuente variación	Suma Cuadrados	G.L.	Cuadr. Medios	F
Entre grupos	.0076342	151	5.05579E-005	2.472
Dentro grupos	.0025970	127	2.04488E-005	

Tabla 11. Análisis de varianza para cristalino derecho e izquierdo en ambos sexos de la rata gris (R.norvegicus).

Obtenida la expresión estadística $y = a + bx$, para predecir la edad, se aplicó en la muestra experimental, observando que de los 279 individuos el promedio de edad para los 165 machos fue de 153 días es decir de 5 meses. Para las 114 hembras la edad promedio fue de 166 días, que en meses representa los mismos que para machos (Tabla 12).

MES RECOLECTA	SEXOS		EDAD EN DIAS		EDAD EN MESES	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
ABRIL	9	3	138	209	1-10	7-8
MAYO	16	14	208	157	2-10	3-8
JUNIO	16	13	165	188	2-8	3-9
JULIO	4	3	158	170	3-7	4-8
AGOSTO	10	7	178	196	2-10	3-10
SEPTIEMBRE	13	11	121	150	1-7	2-7
OCTUBRE	18	11	124	188	2-7	4-10
NOVIEMBRE	38	19	118	116	1-7	1-8
DICIEMBRE	28	21	160	141	2-9	2-9
ENERO	13	10	157	147	3-10	3-8
PROMEDIO	165	114	153	166	5	5

Tabla 12. Muestra total de rata gris (R.norvegicus), con promedios de edad, en días y meses. De acuerdo a la fecha de recolecta, de abril 1988 a enero 1989.

A través de los meses de muestreo se observó una distribución de edad de 14 a 318 días, es decir de 1 a 10 meses

de edad; para ambos sexos (Tabla 12), 138 animales se establecieron

en el intervalo de edad de cuatro a seis meses y 82 ratas fueron adultas con edad máxima de 10 meses (Fig. 6).

En el período de muestreo se observó la presencia de las tres categorías de edad, sin embargo, la edad que prevaleció fue de 3 a 8 meses (Fig. 6); es decir, animales exclusivamente adultos.

Se puede observar la edad (Tabla 13) en intervalos de 10 días y además el peso seco del cristalino de Rattus norvegicus para los dos grupos (rata gris y rata blanca), considerando que los respectivos pesos del cristalino para la rata gris habrá que sumarle o restarle según sea el caso, los 17 días de diferencia que marca el error del modelo de la regresión lineal simple.

EDAD EN RATA GRIS (Rattus norvegicus)

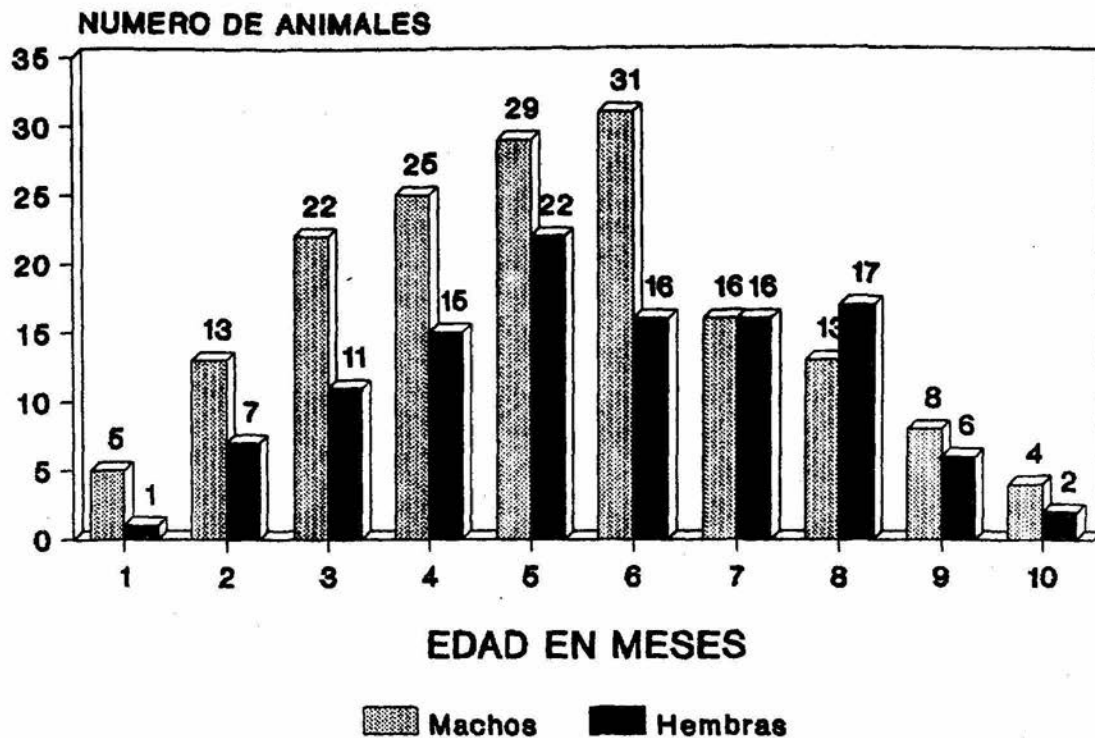


FIGURA 6. Número de individuos por mes de edad.

EDAD DIAS	PESO CRISTAL. OJO DERECHO RATA ALBINA	PESO CRISTAL. OJO DERECHO RATA GRIS	PESO CRISTAL. OJO IZQUIERDO RATA ALBINA	PESO CRISTAL. OJO IZQUIERDO RATA GRIS
10	0.0018	0.0054	0.0021	0.0034
20	0.0053	0.0061	0.0054	0.0044
30	0.0074	0.0088	0.0072	0.0056
40	0.0096	0.0088	0.0094	0.0075
50	0.0112	0.0095	0.0113	0.0083
60	0.0131	0.0114	0.0128	0.0098
70	0.0137	0.0116	0.0137	0.0110
80	0.0147	0.0131	0.0149	0.0119
90	0.0167	0.0138	0.0167	0.0120
100	0.0171	0.0142	0.0172	0.0130
110	0.0189	0.0158	0.0182	0.0130
120	0.0188	0.0169	0.0190	0.0125
130	0.0204	0.0172	0.0207	0.0153
140	0.0214	0.0185	0.0245	0.0172
150	0.0202	0.0197	0.0197	0.0172
160	0.0212	0.0202	0.0210	0.0191
170	0.0213	0.0207	0.0213	0.0185
180	0.0217	0.0218	0.0218	0.0183
190	0.0224	0.0216	0.0225	0.0211
200	0.0208	0.0230	0.0212	0.0202
210	0.0241	0.0241	0.0240	0.0213
220	0.0241	0.0233	0.0247	0.0215
230	0.0236	0.0259	0.0240	0.0218
240	0.0246	0.0251	0.0247	0.0235
250	0.0233	0.0255	0.0236	0.0215
260	0.0250	0.0266	0.0246	0.0259
270	0.0244	0.0283	0.0248	0.0227
280	0.0252	0.0281	0.0255	0.0253
290	0.0275	-----	0.0277	-----
300	0.0234	0.0229	0.0234	0.0289
310	0.0238	-----	0.0250	-----
320	0.0270	0.0293	0.0267	0.0299
330	0.0277	-----	0.0279	-----
340	0.0271	-----	0.0275	-----
350	0.0267	-----	0.0263	-----
360	0.0277	-----	0.0271	-----

Tabla 13. Peso seco del cristalino en intervalos de edad de 10 días para la rata albina y la rata gris (*Rattus norvegicus*).

DISCUSION

La edad constituyen una información básica importante para poder determinar la condición de una población animal, así como para poder predecir a corto plazo el futuro de la misma. Frecuentemente éste factor es índices de la salud o de condiciones de comportamiento que afectan el tamaño futuro de las poblaciones de animales (Larson y Taber, 1987) .

La muestra poblacional estudiada de Rattus norvegicus fue examinada considerando éste factor. De una muestra de 279 animales se encontraron, 165 machos y 114 hembras. Los mismos presentaron en promedio, pesos corporales similares, lo cual podría indicar que probablemente no hay dimorfismo sexual. En cuanto a la longitud del cuerpo, en ambos sexos se registró un promedio parecido.

De acuerdo con Margalef (1980), el crecimiento de los animales depende de la cantidad de alimento y además de su calidad (Franco, 1990), y por lo tanto, de si éste ha de distribuirse entre un número mayor ó menor de individuos (Margalef, 1980). Por consiguiente el desarrollo de los animales estaría sujeto al consumo y disposición del alimento.

El parámetro de la edad se utilizó para conocer la condición de la población. La distribución de edades, indica las proporciones de sus miembros que pertenecen a cada clase de edad. Cuando una población alcanza la distribución de edades en equilibrio, el tanto por ciento de individuos de cada grupo de edades permanece constante. La entrada de nuevos miembros en cada

clase de edad está exactamente equilibrada por las pérdidas debidas a la mortalidad y a la madurez (Pianka,1982).

Para poder predecir la edad en el grupo de las ratas gris se empleó la curva de crecimiento; calculada en base a una regresión lineal, la cual mostró un modelo logarítmico, que se ajustó, de tal forma que permitiera predecir la edad en éstos animales

La ecuación estadística que define el grado de dependencia del crecimiento del cristalino en cuanto a la edad del animal es un modelo lineal correspondiente a $y = a + bx$; la regresión lineal (Fig.5) muestra dos pares de líneas más, las cuales representan el 95 % de confianza y el límite de la predicción de los valores analizados. La edad, en días, y el peso seco del cristalino se expresaron en logaritmos para la obtención de un mejor ajuste del modelo (Fig. 5).

El modelo lineal mostró una precisión, para predecir la edad aproximada a ± 17 días de diferencia. Al realizar la ejecución de la ecuación lineal, en muestras de animales de edades conocidas; se observó que el modelo marcaba esa diferencia. En la literatura revisada se aprecia algo similar, sólo que los autores utilizan el tiempo de gestación para la determinación de la edad.

Se sabe que el cristalino crece durante toda la vida del animal (Windle, 1976; Bloemendal, 1977; Milton, 1982 y Ham, 1986); por consiguiente comienza a crecer después de la invaginación del ectodermo.

En base a esto; Longhurst,1964; Connolly,1969 y Jackson,1986 incluyen el tiempo de gestación refiriéndose que, para algunas

especies la relación entre las dos variables (peso del cristalino y edad) se expresa más fielmente cuando se incluye la duración de gestación como constante. Por ende, emplearon el valor de la edad más los días de desarrollo prenatal.

En el presente estudio no se incluye como constante el período de gestación de la rata gris (21 días); sino que, se consideró que el valor de los ± 17 días, que marca el modelo, funciona como constante para la determinación de la edad, además el error es menor al tiempo prenatal de la especie.

En cuanto las categorías asignadas a las edades y a las características morfológicas y fisiológicas que presentan las ratas, se puede detectar a que categoría pertenecen, pero al usar un parámetro más confiable, como lo es, el peso del cristalino; se puede conocer aún más satisfactoriamente a que clase de edad pertenecen los animales.

Durante el período de muestreo se obtuvieron animales entre 1 y 10 meses de edad, lo cual muestra la presencia de las tres categorías de edad establecidas. De las 279 ratas capturadas, 59 ratas fueron jóvenes y subadultas (1 a 3 meses de edad) y 220 se estimaron adultas, entre los 3 y los 8 meses de edad (Fig.6).

En una escala logarítmica, el incremento corresponde a una línea recta. Cualquier población sujeta a un índice fijo por edad de nacimientos y muertes aumentará en forma geométrica, y este incremento geométrico dará origen a una distribución de edades no cambiantes y fija, a la que se le da el nombre de distribución

estable por edades (Krebs, 1978).

Pocas veces se satisfacen los supuestos estrictos de la ecuación logística en las poblaciones naturales. Para predecir con mayor exactitud los parámetros en poblaciones silvestres, es necesario conocer la forma en que crecen las poblaciones y de tal suerte saber que tan satisfactoriamente la curva logística describe el crecimiento de las poblaciones naturales. Cada modelo semejante a la curva logística representa una versión idealizada o teórica de la naturaleza. El crecimiento de las poblaciones no tienen lugar en forma continua cuando éstas están en forma silvestre (Krebs, 1978).

La muestra de ratas gris nos permite observar, una distribución casi estable de edades, sin embargo, sólo alcanza la edad máxima de los 10 meses. Esto no quiere decir que no haya animales que lleguen a tener el año o un poco más, se tienen registros que la rata gris, en promedio de vida, cumple un año en estado silvestre y en condiciones de cautiverio, ha sobrepasado los tres años (Velasco, 1988; Franco, 1990 y Villa, 1990).

La posible explicación de que la rata no llegue a cumplir el año es el combate o la depredación. Además, con el tipo de trampas utilizadas y por las características de las mismas, fue frecuente observar que casi todas las capturas resultaron de ratas grandes (subadultas o adultas) por consiguiente los animales pequeños tuvieron menos posibilidades de ser

atrapados.

Con la ayuda de las características morfológicas se puede inferir, aparentemente; la edad de los animales. Sin embargo, es más usual y conveniente utilizar una técnica que ayude a predecir fielmente la edad. La técnica del peso seco del cristalino, es un parámetro confiable, con el cual se pueden comparar los pesos de los cristalinos de edades conocidas con las poblaciones de individuos de edades no conocidas. Varios investigadores que han trabajado con dicha técnica, mencionan que el peso del cristalino está en función de la edad; esto permite que el órgano pueda usarse para inferir la edad casi real del animal.

En la curva patrón de crecimiento, realizada con los datos de las ratas albinas; se puede observar claramente la velocidad de crecimiento del cristalino; es rápido en los primeros meses de edad, pero cuando llega a los cuatro meses, apróximadamente, éste comienza hacer más lento y por consiguiente, casi no aumenta de peso en edades de 9 a 10 meses (Fig.5); ésto hace un poco más difícil la predicción de la edad para animales que caen en ese promedio.

En cambio, en animales más jóvenes se puede distinguir fácilmente las diferencias de edad, en cuanto al peso del cristalino. Con lo anterior suponemos que será más difícil inferir la edad en animales mayores de un año, con lo que respecta a Rattus norvegicus. Debido a que es una especie con periodo de vida, relativamente corto y que a la edad de 10 meses

se les puede considerar animales viejos.

Nellis (1966); menciona que el crecimiento del cristalino es más rápido en los animales jóvenes. Otros autores hacen hincapié en que, el crecimiento del cristalino no está solamente en función de la edad. Jain (1981), escribe sobre la intervención de el fotoperiodo y otros factores ambientales, en el desarrollo del cristalino; sin embargo, Teska (1986) reporta que el crecimiento del lente está en función de la edad y no es afectado por factores ambientales, los cuales son poderosos en alterar la tasa de crecimiento alométrico de los individuos. Este mismo autor también menciona, que los aspectos de nutrición tienen influencia insignificante en el crecimiento del cristalino, pero otros concluyen que si la hay. En 1986 Teska realizó un trabajo para comprobar ésto y finalmente menciona que la técnica del peso del cristalino no es útil debido a que, la nutrición sí afecta el desarrollo del lente; la investigación se realizó con la rata cañera. Teska concluye, que cada especie es una situación diferente.

Para el grupo de rata gris , no se realizaron pruebas que apoyaran lo anterior. Sin embargo, se puede mencionar que las ratas albinas fueron un poco más grandes que las ratas de alcantarilla (Tabla 5 y 9); esto puede deberse, por un lado, a la alimentación de cada grupo. Aunque el factor nutrición no se analizó en este estudio, no podemos afirmar que afecta el desarrollo del cristalino de ambos animales. Por otro lado, probablemente consuman la misma cantidad y calidad de alimento;

pero la diferencia, para las ratas albinas, en su crecimiento corporal, es, la reducida actividad a la que está sujeta . Las ratas silvestres tiene una actividad constante, lo que propicia un gasto mayor de energía y por consiguiente una repercusión en el desarrollo.

Sin embargo, éste factor queda abierto a un posterior estudio que permita determinarlo; se debe considerar la posibilidad de que la técnica del peso seco del cristalino puede estar sujeta a variaciones ambientales.

CONCLUSION

Finalmente, el método de peso seco del cristalino puede recomendarse, para usarse en la especie de Rattus norvegicus, por las siguientes razones:

1. Es una técnica fácil de manejar y ocupa poco tiempo.
2. La precisión del método es casi ciento por ciento confiable.
3. En base al modelo de la curva de crecimiento, se pueden predecir edades no conocidas.

La desventaja que podría considerarse es el inevitable sacrificio de los animales para obtener la muestra.

Cabe mencionar que en caso de no ser posible obtener la muestra de los dos ojos del animal, es válido el remover sólo un cristalino; debido a que no se encontraron diferencias significativas entre ambos cristalinos. Con la aplicación de la Técnica de Lord, 1959, modificada para este estudio, se logró determinar la edad y además dar categorías de la misma.

El método del peso seco del cristalino es buen indicador para predecir la edad en animales con menos de un año de edad; para la rata gris (R. norvegicus) sólo se realizó la curva patrón de crecimiento hasta un año de edad ya que el periodo promedio de vida silvestre es de un año. Sin embargo para otras especies la curva de crecimiento debe realizarse de acuerdo al ciclo de vida de los mismos.

LITERATURA CITADA

- Barnett, S.A. (1964) The rat. A study in behaviour. Ed. Aldine Publishing Company. Chicago.
- Bauer, D.R., A. M. Johnson, V. B. Scheffer. (1964). Eye lens weight and age in the fur seal. Jour. Wild. Manage. 28 (2):374-376 .
- Beale, M.D. (1962). Growth of the eye lens in relation to age in fox squirrels. Jour. Wild. Manag. 26 (2):208-211.
- Ben, K.G. y Miller, S.R. (1962). Growth of the lens of the pronghorn antelope. Jour. Wild. Manage. 26(1):112-113
- Berry, J.R. y Southern, H.N.(1970). Variation in mammalian populations. Ed. The zoological society of London. Ney York. Pp-402.
- Birney, E.C., R. Jenness y D.D. Baird. (1975). Eye lens proteins as criteria of age in cotton rats. Jour. Wildl. Manage. 31(4):718-728.
- Bloemendal, H. (1977). The Vertebrate Eye Lens. Science. 197 (8) Pp. 127-138 .
- Brown, N.S. (1970). Eye lens weights as indicators of age in rock doves. Jour. Wild. Manag. 34(3):656-657 .
- Campbell, H. y Tomlinson, E.R. (1962). Lens weights in Chukar Partridges. Jour. Wild. Manage. 26 (4):407-409 .
- Ceballos, G.G. y Galindo, L.C.(1984). Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México. Pp. 299 .

- Clinton, H. (1962). A comparison of methods for determination of age of cottontails. Jour. Wild.Manag. 26(6) abril.
- Connolly, E.G., M. L. Dudzinski, W. M. Longhurst. (1969). The eye lens as an indicator of age in the Black-Tailed Jack Rabbit. Jour. Wild. Manage. 33(1):159-164.
- Dahlgren, B.R., C.M. Twedt y F.R. Henderson (1964). Lens weights of sharp-tailed grouse. Jour. Wild. Manag. 28 (4):853-854 .
- , C. M. Twedt., C. G. Trautman (1965). Lens weights of ring-necked pheasants. Jour. Wild. Manage. 29 (1):212-214 .
- Dapson, W.R. e J. Irland M. (1972). An accurate method of determining age in small mammals. Jour. of Mamm. 53 (1):100-106 .
- Dudzinsky, L.M. y Mykytowycz, R. (1961). The eye lens as an indicator of age in the wild rabbit in Australia. C.S.I.R.O. Wild. Res. 6 (2):156-159 .
- Edwards, R. W. (1962). Age structure of Ohio cottontail populations from weights of lens. Jour. Wild. Manag. 26 (2):125-132 .
- Ellerman, J.R. (1941). The families and genera of living rodents. Vol. I y II . Inglaterra, London. Pp-651 .
- Fisher, W.E. y Perry, E.A. (1970). Estimating ages of gray squirrels by lens-weights. Jour. Wild. Manage. 34(4):825-828 .

- Franco, D.C. (1990). Tesis Profesional: Características demográficas y reproductivas de una muestra urbana de Rattus norvegicus (Familia Muridae) en la Ciudad de México. Escuela Nacional De Estudios Profesionales Zaragoza- U.N.A.M. México.
- Friend, M. (1967). Some observations regarding eye-lens weight as a criterion of age in animals. Jour. New York Fish and Game 14(2):92-121 .
- García, de M. E. (1986). Apuntes de climatología. 5a. ed. México. Pp-155 .
- Ham, W.A. (1986). Tratado de histología. 8a. ed. Interamericana. México. Pp. 1059 .
- Hildebrand, M. (1982). Anatomía y embriología de los vertebrados. Limusa. México. Pp. 811 .
- Hall, E.R. (1981). The mammals of North America. Segunda edición. Volumen I y II. Ed. John Willey and Sons. Nueva York. Pp.1177.
- Jackson, E.J. (1986). Determinación de la edad en la Vizcacha (Lagostomus maximus) en base al peso del Cristalino. Vida Silvestre Neotropical. 1(1):41-44 .
- Jain, P.A. y Prakash, I. (1981). Eye-lens as an indicator of age in the indian gerbil. Tatera indica. Jour. Devoted of problems of Normal and Abnormal Growth. Vol. 45: 119-122 .
- Krebs, J. CH. (1985). Ecología: Estudio de la Distribución y la Abundancia. 2a. ed. Harla. México. Pp.753 .

- Larson, J. S. y Taber, D. R. (1987). Criterior para determinar el sexo y la edad in Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. Wildlife Society (versión en español). México. Pp. 151-214 .
- Labisky, F.R., S. H. Mann., y R. D. Lord. (1969). Weights and growth characteristics of pheasant lens. Jour. Wild. Manage. 33 (2):270-276 .
- Leach, C. (1982). Fundamentos de estadística. Limusa. México. Pp.422.
- Leslie, P. H.; M. Ursula V. y S.V. Venables. (1952). The Fertility and population structure of the Brown Rat (Rattus norvegicus) in corn-ricks and other habitats. Proceedings the zoological society of London. 53 (122): 187-238
- Longhurst, M.W. (1964). Evaluation of the eye lens technique for aging columbian Black-Tailed Deer. Jour. Wild. Manage. 28(4):773-784 .
- Lord, D. R. (1959). The lens as an indicator of age in cottontail rabbits. Jour.Wildl.Manage. 23(3):358-360 .
- (1983). Programas para combatir los roedores, empleando en México el método de la placa de rastreo pintada con tinta. Bol. de la Oficina Sanitaria Panamericana. 95(5-6):427-437 .
- Margalef, R. (1980). Ecología. Omega. Barcelona, España. Pp.951
- Nellis, H.C. (1966). Lens weights of mule deer fetuses. Jour. Wild. Manage. 30 (2):417-419 .

- Pelton, R.M. (1970). Effects of freezing on weights of cottontail lenses. Jour. Wild. Manage. 34 (1):205-297
- Pianka, E.R. (1982). Ecología Evolutiva. Omega. Barcelona, España. Pp. 365 .
- Quéré, P.J. y Vicent, P.J. (1989). Détermination de l'âge chez le mulot gris (Apodemus sylvaticus L., 1758) par la pesée des cristallins. Mammalia 53 (2):287-293 .
- Rusch, A.D.; W. G. Reeder; D. H. Rusch. (1982). Eye lens, testes, and body weight trends in Alberta red squirrels. Jour. Wild. Manage. 46(4):1010-1017 .
- Scheffler, C. W. (1981). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. México . Pp. 267 .
- Schnaas, H.G. (1969). La lucha contra ratas y ratones domésticos. Laboratorios Helios. México. Pp.21-37 .
- Teska, R.W. y J. E. Pinder (1986). Effects of nutrition on age determination as in eye lens weight. Jour. Dev. Prob. of Norm. and Abnorm. Growth . Vol. 50: 362-370 .
- Torrey, W.T. (1978). Morfogénesis de los vertebrados. Limusa. México.
- Vaughan, A. T. (1988). Mamíferos. 3a. ed. Interamericana. México. Pp. 587 .
- Velasco, S.A. y Nava, N. R. (1988). Ratas y ratones domésticos. Limusa, México. Pp. 238 .

- Villa, C.B.; Olguín, E.C.; Castro, L.R.; López, M.T. (1990).
Costo-Beneficio del combate de la rata gris en una
granja de aves de postura. Síntesis Avícola. Mes enero.
México.
- Walker, P.E. (1975). Mammals of the World. 3a. ed. Vol.II. The
Johns Hopkins University Press Baltimore and London.
- Weichert, K.CH. y William, P. (1981). Elementos de anatomía de
los cordados. 4a. ed. McGraw-Hill. México. Pp. 531 .
- Wight, M.H. y Clinton, H.C. (1962). A comparison of methods
for determination age of cottontails. Jour. Wild.
Manage. 26(6):160-163 .
- Windle, F.W. (1976). Histología. 5a. ed. McGraw-Hill. México.
Pp. 581 .