

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS



CARIOTIPO Y TIPO DE CRECIMIENTO DE *Anodonta richardsoni* MARTENS 1900 (Bivalvia, Unionidae)

TESIS PROFESIONAL

ROSA MARIA CHAVEZ DAGOSTINO

Cariotipo y Tipo de Crecimiento de Anodonta richardsoni Martens 1900

(Bivalvia, Unionidae).

Rosa María Chávez Dagostino.

Tesis dirigida por la QFB. Luz Patricia Castro Félix.

Septiembre, 1987

Dedico este trabajo a mis padres,
a quienes admiro y agradezco pró
fundamente, por su cariño, ejemplo
y apoyo.

Agradezco a todas las personas que participaron en la elaboración de este trabajo, muy especialmente

A mi directora de tesis, Patricia Castro Félix, por su valiosa y constante ayuda en todo el trabajo.

A los Biólogos Oscar Polaco R. y Tere Olivera C. del Laboratorio de Paleozoología del INAH, por la asesoría en taxonomía del género Anodonta y por la información proporcionada.

A la M.en C. Ma. Esther Diupotex Ch. del Laboratorio de Genética del ICMYL de la UNAM, por sus comentarios e información sobre citogenética de moluscos.

A la Dra. Lourdes Ramírez D., por las facilidades brindadas en la utilización del Laboratorio de Citogenética del DIF y por sus comentarios.

Al M.en C. Eduardo Ríos J., por sus comentarios y correcciones.

Al Dr. Salvador Orozco M. y a Camilo Carmona por su ayuda en el manejo del Sistema de Análisis de Regresión e interpretación de los datos.

Al M.en C. Juan Luis Cifuentes Lemus, por sus enseñanzas y ayuda proporcionada.

A Beto, Leti, Carlos, Migue y Miguel, por su colaboración en el trabajo de campo.

A mis compañeros que de alguna manera me apoyaron.

INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	2
Taxonomía y Citogenética.....	3
Citogenética en Moluscos.....	6
Crecimiento.....	7
JUSTIFICACION.....	14
Descripción de <u>A. richardsoni</u> Martens 1900.....	15
Clasificación y Diagnósis.....	15
Habitat. Descripción de la Presa Agua Prieta.....	16
Observaciones Ecológicas.....	16
OBJETIVOS.....	21
MATERIAL Y METODOS.....	22
Colecta.....	22
Técnica Citogenética.....	22
Fotografía.....	23
Cariotipo.....	23
Crecimiento.....	24
RESULTADOS.....	27
Cariotipo.....	27
Crecimiento.....	33
DISCUSION.....	37
Técnica Citogenética.....	37
Cariotipo.....	39
Crecimiento.....	40
CONCLUSIONES.....	44
ANEXO.....	45
LITERATURA CITADA.....	46

RELACION DE TABLAS Y FIGURAS

Página

Tabla 1. Distribución de las especies mexicanas del género <u>Anodonta</u> .	10
Tabla 2. Cariotipos en la familia Unionidae	11
Figura 1. Parámetros morfológicos de <u>Anodonta</u>	13
Figura 2. Fotografía de <u>A. richardsoni</u>	18
Figura 3. Superficie externa de la valva derecha de <u>Anodonta</u>	19
Figura 4. Superficie interna de la valva izquierda de <u>Anodonta</u>	19
Figura 5. Situación geográfica de la Presa Agua Prieta	20
Figura 6. Areas muestreadas de la Presa	25
Tabla 3. Valores para la clasificación de cromosomas	26
Tabla 4. Ejemplares en los que se encontraron mitosis.	28
Figura 7. Fotografías de mitosis metafásicas de tejido - branquial	29
Tabla 5. Valores medios y clasificación de los cromosomas de <u>A. richardsoni</u> .	30
Figura 8. Cariotipo	31
Figura 9. Ideograma	32
Figura 10. Gráfica de regresión (Lt y av)	35
Figura 11. Gráfica de regresión (Lt y d)	36

INTRODUCCION

El estudio de los organismos se facilita agrupándolos, dándoles nombre y entendiendo sus relaciones; para esto la Sistemática utiliza características o peculiaridades de las poblaciones que estudia; sin embargo, no siempre es suficiente el uso de estos caracteres para agruparlos, por lo que recientemente se han introducido otro tipo de herramientas taxonómicas, y una de ellas es el análisis del cariotipo. Aunque los moluscos son uno de los grupos de invertebrados mejor estudiados, es notable la falta de información en este último aspecto de su biología. Si consideramos que solamente de bivalvos existen veinte mil especies y que se conocen los números cromosómicos del 0.62% podemos apreciar la necesidad de aportar más información por medio del estudio de especies no analizadas desde este punto de vista, a fin de poder realizar estudios comparativos.

Por otra parte, los estudios de crecimiento que han sido utilizados principalmente en la explotación comercial de las especies, tienen también un papel muy importante en la descripción de los organismos y por lo tanto, implicaciones taxonómicas.

En el presente trabajo, se estudia el cariotipo y el tipo de crecimiento de las valvas, en Anodonta richardsoni Martens - 1900, bivalvo dulceacuícola del estado de Jalisco.

ANTECEDENTES

El género Anodonta Lamark 1799, pertenece a una de las siete clases de moluscos (Meglitsch, 1981) conocida como Bivalvia; -- son bivalvos eulamelibranquios de una de las pocas familias de bivalvos dulceacuícolas llamada Unionidae.

A los uniónidos en general se les llama náyades y son características en éstos la separación de los sexos y un desarrollo modificado; la fertilización es interna en la hembra y los embriones son retenidos en las branquias, que funcionan como marsupio durante las etapas tempranas del desarrollo; se pueden encontrar hasta tres millones de embriones en las almejas más --- grandes. Cuando la larva ha crecido lo suficiente se libera de las branquias y sale de la madre. La larva de los bivalvos dulceacuícolas a diferencia de las larvas de bivalvos marinos, no posee cilios, ya que es una larva modificada llamada gloquidio -- que temporalmente se vuelve parásito obligado de un pez.

Se cree que éstos bivalvos dulceacuícolas se desarrollaron -- primero en el nuevo mundo y más específicamente, en el área -- del Missisipi, debido a que es el lugar donde existe mayor diversidad de especies (Pennak, 1978).

Anodonta es el único género de la subfamilia Anodontinae, -- predominantemente Americano, que no está confinado a Norte América, también se encuentra en América Central y del Sur, Europa, Africa y Australia. A diferencia de otros bivalvos dulceacuícolas, habita fondos lodosos, aguas someras y tranquilas, menores de 10m. de profundidad.

En México se encuentran distribuidas ampliamente 15 de las aproximadamente 100 especies del género Anodonta (Martens 1901) (Tabla 1). La mayoría fueron descritas hace casi un siglo y no se ha estudiado ningún otro aspecto desde entonces.

Para identificar las especies del género, se utilizan caracteres conchiliológicos como forma, talla, coloración y grabado de las conchas (Kat, 1983), sin embargo, estos caracteres presentan gran variación en una misma población y en el tiempo, por lo cual, ha sido necesario obtener información más constante sobre las especies.

Taxonomía y Citogenética.

La taxonomía clásica, al tener una concepción unidimensional de especie, se basaba en un criterio exclusivamente tipológico, en el cual, las variaciones geográficas eran de escaso valor y las especies eran descritas a partir de unos cuantos ejemplares. El sistema moderno de clasificación define a las especies biológicamente, empleando todos los datos disponibles, entre ellos, los genéticos y bioquímicos (Villarreal, 1986). Así, dentro de la genética, la citogenética se ha convertido en una de las principales herramientas que utiliza la taxonomía.

El cariotipo se refiere al grupo de características que permite identificar un conjunto de cromosomas tales como el tamaño relativo, posición del centrómero y presencia de satélites entre otras, y se representa por una serie ordenada de pares homólogos de tamaño decreciente (De Robertis, 1981).

Las especies son entidades biológicamente constantes; dicha estabilidad esta relacionada con la constancia en tipos de genes y -

cromosomas, por lo que el cariotipo es particular de una especie, un género o un grupo más amplio y es un dato biológicamente significativo en la definición de una especie (Swanson, 1981).

En el cariotipo, Matthey (De Robertis, 1981) distingue entre el número básico de cromosomas y el número de brazos cromosómicos, también llamado número fundamental (NF). De acuerdo con este concepto, existen dos brazos en los cromosomas metacéntricos y submetacéntricos, mientras que en acrocéntricos y telocéntricos solamente -- hay uno, de tal manera que con este dato, pueden establecerse comparaciones respecto al número de brazos cromosómicos entre especies.

No fue sino hasta fines del siglo pasado, que se describió la división celular y se observaron cromosomas por primera vez, desarrollándose técnicas para analizarlos en insectos, plantas y humanos. En la actualidad, existen técnicas citogenéticas muy variadas que dependen del tejido que se utiliza. Las que involucran el cultivo de tejidos, implican el uso de un medio de cultivo adecuado, combinado con la acción de la colchicina como agente arrestador de metafases, soluciones hipotónicas que permiten obtener dispersiones cromosómicas, sustancias fijadoras y colorantes que hacen visibles los cromosomas. También es frecuente el uso de fitohemaglutininas como inductoras de división celular (Hamerton, 1971).

Actualmente, el cariotipo integrado a los estudios de taxonomía clásica, aporta un mayor número de datos sobre las especies y junto con otras herramientas taxonómicas, como los métodos electroforéticos de aloenzimas (Davis y Fuller, 1981) y las técnicas inmuno electroforéticas (Davis y col., 1981), que permiten establecer el parecido entre determinadas proteínas, ayuda a esclarecer problemas taxonómicos.

El estudio del cariotipo tiene además importancia evolutiva, ya -- que los cambios internos o externos de los organismos, que en mu-- chos casos conducen al aislamiento reproductivo y especiación, es-- tán íntimamente ligados a cambios cariológicos. White (Swanson, - 1981) ha establecido que la evolución es un proceso esencialmente citogenético; su posición descansa en la observación de que aún en especies estrechamente relacionadas, frecuentemente se encuentran separaciones cariológicas debidas a alteraciones cromosómicas de - muchos tipos, algunas obvias, otras detectables con dificultad y la mayoría obscuras en origen y significado.

Citogenética en Moluscos

Los estudios citogenéticos en moluscos se iniciaron aproximada-- mente en la década de los cincuentas (Burch, 1968). En los últimos años un número creciente de biólogos, ha determinado los números cromosómicos de varios moluscos, utilizándolos en algunos casos co-- mo auxiliares en la calificación, sin embargo, los estudios de ca-- riotipo en este grupo son escasos y la mayoría de los que existen, se han realizado en especies aisladas o poco relacionadas, limitán-- dose a mencionar el número de cromosomas. La escasez de estos es-- tudios en moluscos, se debe principalmente a razones técnicas, ya que como consecuencia del desconocimiento de varios aspectos de su fisiología celular, no existe una técnica de cultivo adecuada que permita obtener un buen número de mitosis.

Hasta 1985, se habían estudiado solamente algunas especies de -- cuatro de las siete clases de moluscos: Gastrópodos, bivalvos, po-- liplacóforos y cefalópodos, de los cuales, los bivalvos constitu-- yen el segundo grupo mejor estudiado. Se han realizado estudios de

cariotipo en aproximadamente 125 especies de bivalvos de 22 familias (la mayoría marinas), encontrándose que los números cromosómicos diploides varían entre 10 y 48 (Nakamura, 1985). De la familia de los Uniónidos se han estudiado varias especies; entre las que se encuentran cuatro del género Anodonta (Tabla 2) y solamente en A. anantina se ha reportado número cromosómico y fundamental de 38 (2n) y 76 respectivamente.

Se ha señalado el conservacionismo del número cromosómico en muchos grupos de moluscos (Burch, 1965; Patterson, 1969), entre ellos, varias familias de bivalvos (Menzel, 1968 a; Patterson, 1969; Ieyama y col., 1974). Menzel (1968) sugirió que el número cromosómico en todos los bivalvos, es una característica que se conserva a nivel de familia. Esta uniformidad aparece en 17 especies de la familia Ostreidae con 20 (2n) cromosomas y 21 especies de la familia Unionidae con 38 (2n) cromosomas. No obstante la constancia de los números cromosómicos en estas familias, otras muestran gran variedad y algunas que se creían con uniformidad, al extender el análisis cariológico en otras especies, han mostrado variaciones (Wada, 1978). Sin embargo, números cromosómicos iguales "per se", no pueden significar una misma condición, por ejemplo, las familias bivalvas Margaritiferidae, Unionidae, Veneridae, Pectinidae y Terinidae tienen 38 (2n) cromosomas, pero en las tres primeras familias, los cromosomas son metacéntricos y submetacéntricos (NF=76), mientras que en las últimas son telocéntricos y subteloecéntricos (NF>58) (Nakamura, 1985).

Algunos trabajos en moluscos, comparan los cariotipos de especies relacionadas (Babrakzai, 1974; Nakamura, 1982, 1982a) o apo--

yan la distinción o separación de grupos como los trabajos de Jenkinson (1976) en náyades; sin embargo, muy poco puede decirse acerca de citotaxonomía en moluscos ya que, como se mencionó anteriormente, los estudios detallados de morfología cromosómica son prácticamente inexistentes, por lo que es difícil hablar de una Sistemática en la que el cariotipo haya tenido un papel importante en la determinación de especies.

En lo que concierne a la evolución en bivalvos, Inaba (1979) y Burch (1965) mantienen que en los especializados eulamelibranquios, existen números cromosómicos mayores que en los primitivos filibranquios. Por el contrario, los trabajos de Hinegarder (1974) sobre ADN condujeron a Ahmed (1976) a suponer que los números cromosómicos decrecen, partiendo de moluscos generalizados a moluscos especializados, implicando un decremento en ADN. Por esto, la interpretación de números cromosómicos como indicadores de un estado evolutivo, debe ser vista con precaución.

Crecimiento

El cambio en alguna dimensión del animal, es uno de los aspectos cuantitativos que interesan al zoólogo; este cambio en el tiempo, es el aspecto básico mesurable del crecimiento. El cambio de forma es un aspecto difícil de abordar, ya que la forma de un organismo no puede ser definida solamente por un número, sin embargo, puede ser descrito adecuadamente por los cambios relativos en las dimensiones con respecto al tiempo, ya que éstos son el resultado del crecimiento diferencial de alguna parte del organismo (Simpson y Roe, 1939). La descripción del tipo de crecimiento de un organismo involucra, por lo tanto, la relación de las dimensiones y el

cambio de forma en el tiempo, sin que ésto implique conocer la edad de los organismos con que se trabaja.

Este tipo de estudios es muy frecuente en el reino animal, principalmente en mamíferos y peces, debido a su importancia en la explotación comercial de las especies, no obstante, todas las diferencias entre los animales, ya sean morfológicas, fisiológicas o de conducta, son caracteres útiles en taxonomía, de aquí que las diferencias en patrones de crecimiento son válidas para hacer conclusiones sistemáticas.

La variación ontogénica en el crecimiento, debe ser entendida a fin de que los organismos puedan ser reconocidos; según Raup y Stanley (1978), el cambio morfológico durante la ontogenia, es muy importante en la descripción de un organismo.

El crecimiento orgánico es extremadamente complicado ya que hay aumento en tamaños y tipos celulares y cambios en la posición relativa de las células; en los bivalvos, el problema se reduce al estudio del crecimiento en la concha que crece con las partes blandas, ya que es fabricada por el manto.

Para definir el tipo de crecimiento en moluscos, se puede recurrir a diferentes métodos, dependiendo de los datos que se tengan. Algunos investigadores calculan una línea de regresión en base a características morfométricas (De Bernardi y col., 1982; Simpson y Roe, 1939), estableciendo las relaciones entre las diferentes medidas de la concha que corresponden a caracteres morfológicos de éstas (Acuña, 1977). Los parámetros que se toman en bivalvos son: Longitud total (Lt), altura vertical (av) y diámetro (d) (Figura 1).

Aunque, en moluscos, el crecimiento relativo ha recibido una atención considerable, estos estudios se han concentrado en gasterópodos y lamelibranquios de importancia económica, en los que se compara el crecimiento de tipo alométrico en una especie, bajo diferentes condiciones ambientales (Baxter,1982).

Además del uso del análisis de regresión, es frecuente utilizar el índice K de alometría, que indica si la relación entre dos variables es isométrica o anisométrica (Simpson y Roe,1939).

En cuanto a estudios de crecimiento en el género Anodonta, no se tienen reportes, solo se han descrito proporciones entre algunas partes de las conchas, en unos cuantos ejemplares de varias especies (Martens,1901).

Tabla 1.- Distribución de las especies mexicanas del género Anodonta
(Martens, 1901).

Nombre de la especie	Area que habita
<u>Anodonta coarctata</u> (Kuster 1838)	México Central, Lago de Chapala
<u>Anodonta richardsoni</u> Martens 1900	NO de México, Río Ameca, Estado de Jalisco.
<u>Anodonta exilior</u> (Lea 1870)	E de México, Veracruz.
<u>Anodonta chalcoensis</u> Say 1829	México Central, Lago de Chalco y Lago de Chapala.
<u>Anodonta lurulenta</u> Morelet 1849	E de México, Yucatán y Veracruz
<u>Anodonta Henryana</u> (Lea 1857)	NE de México, Tamaulipas.
<u>Anodonta glauca</u> (Valenciennes 1819)	O México, Acapulco.
<u>Anodonta globosa</u> (Lea 1841)	E de México, Lago Concha, Veracruz y SE de México, Tabasco.
<u>Anodonta nopalatensis</u> Sowerby 1867	E de México, Río Nopalapa
<u>Anodonta tabascensis</u> Morelet 1884	SE de México, Tabasco.
<u>Anodonta bambusearum</u> (Morelet 1851)	E de México, Río Misantla y SE en Palenque, Chis.
<u>Anodonta cylindracea</u> Lea 1836	E de México, Río Medellín, Veracruz.
<u>Anodonta ciconia</u> (Gould 1851)	NO de México, Mazatlán, Sin.
<u>Anodonta grijalva</u> Morelet 1884	SE de México, Río de los Idolos, Tabasco.
<u>Anodonta tehuantecensis</u> (Crosee y Fisher 1893)	SO de México.

Tabla 2. Cariotipos realizados en la familia Unionidae. s, obtenido de células somáticas de un organismo de sexo desconocido; m, obtenido de espermatogonias de machos (Nakamura, 1985; Jenkinson, 1983).

Especie	Número cromosómico	Localidad	Autor
<u>Alasmidonta arcuata</u>	38 (2n) s	Ochoopee Riv., Ga., EUA	Jenkinson (1976)
<u>Alasmidonta marginata</u>	38 (2n) s	Big Darby Cr., Ohio, EUA	Jenkinson (1976)
<u>Anodonta anantina</u>	38 (2n) s	Diemen Lake, Países Bajos	Van Griethuysen y col.(1969)
<u>Anodonta grandis</u>	38 (2n) s	Buffalo Cr. Ohio, EUA.	Jenkinson (1976)
<u>Anodonta imbecillis</u>	38 (2n)s	EUA	Jenkinson (1983)
<u>Anodonta oregonensis</u>	38 (2n)s	EUA	Jenkinson (1983)
<u>Anodonta ferussacianus</u>	38 (2n)s	Buffalo Cr. Ohio, EUA	Jenkinson (1976)
<u>Elliptio complanata</u>	16 (n) s	EUA	Lillie (1901)
<u>Gonidea angulata</u>	38 (2n)s	Willamete Riv. Oreg., EUA	Jenkinson (1976)
<u>Inversidens japonensis</u>	38 (2n)m	Iwakuni, Yamaguchi, Japón	Nadamitsu y Kanai (1978)
<u>Lampsilis rediata luteola</u>	38 (2n)s	Big Darby Cr., Ohio EUA	Jenkinson (1976)
<u>Lasmigona costata</u>	38 (2n)s	Big Darby Cr., Ohio EUA	Jenkinson (1976)
<u>Potamilus alatus</u>	38 (2n)s	Buck., Ken., EUA	Jenkinson (1976)
<u>Pseudodon obovalis ominensis</u>	38(en)s	Miyshi, Hirshima, Japón	Nadamitsu y Kanai (1978)
<u>Ptychobranthus faciolaris</u>	38 (2n)s	Big Darby Cr., Ohio, EUA	Jenkinson (1976)
<u>Quadrula quadrula</u>	38 (2n)s	Big Darby Cr. Ohio, EUA	Jenkinson (1976)

Especie	Número cromosómico	Localidad	Autor
<u>Toxolasma lividus glans</u>	38 (2n)s	Buck Cr., Ken., EUA	Jenkinson (1976)
<u>Tritigonia verrucosa</u>	38 (2n)s	Big Darby Cr., Ohio, EUA	Jenkinson (1976)
<u>Unio elongatulus</u>	19 (n)m	Brenta Riv., Italia	Vitturi y col. (1982)
<u>Unio pictorum</u>	38 (2n)s	Diemen Lake, Países Bajos	(Van Griethusen y col. (1969)
<u>Villosa iris</u>	38 (2n)s	Big Darby Cr., Ohio, EUA	Jenkinson (1976)
<u>Villosa lienosa</u>	38 (2n)s	Buffalo Cr. Ohio, EUA	Jenkinson (1976)

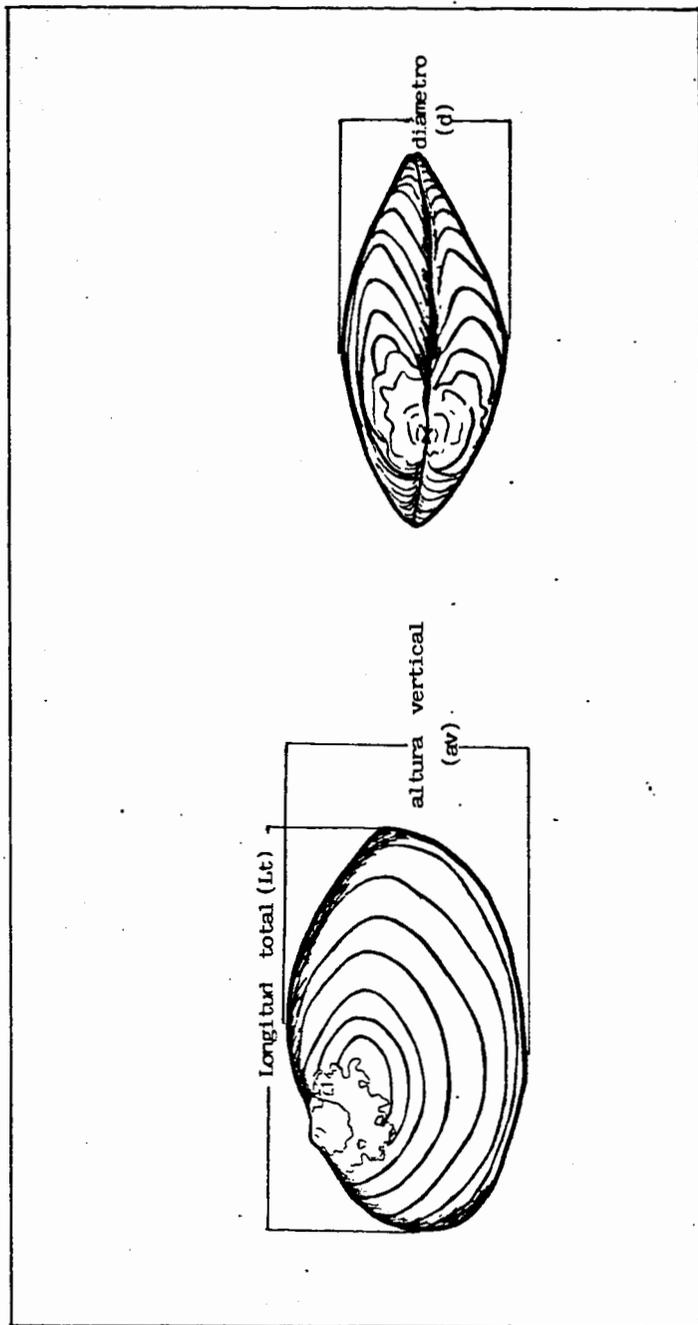


Figura 1.- Parámetros morfológicos de Anodonta.

JUSTIFICACION.

En Jalisco existen poblaciones de bivalvos dulceacuícolas; del género Anodonta se han reportado dos especies: A. coarctata (Kuster 1838) del Lago de Chapala y A. richardsoni Martens 1900 del Río Ameca. Existe además, otra población de A. richardsoni en la Presa Agua Prieta, municipio de Tala, Jalisco (nuevo registro).

La descripción de estas especies fué hecha en el siglo pasado y, debido a lo relativo de los caracteres que se utilizaron y al poco material que se revisó, existe cierta confusión con las especies del género que se han encontrado en lugares no registrados, como es el caso de A. richardsoni de la presa mencionada.

Ya que el cariotipo y el tipo de crecimiento son, actualmente, datos importantes en la descripción y definición de una especie, y que del género Anodonta solamente se han estudiado los cariotipos de cuatro especies y no existen estudios en lo que se refiere a crecimiento, es necesario obtener más información en estos campos, analizando especies no estudiadas, a fin de que puedan realizarse estudios comparativos posteriormente.

Debido a que en Chapala y Ameca han disminuido notablemente las poblaciones de estas almejas, no se han encontrado ejemplares vivos (años 85 y 86), por lo que se inicia el estudio del género con el cariotipo y tipo de crecimiento de A. richardsoni de la Presa Agua Prieta (Figura 2).

A. richardsoni Martens 1900.

Sinónimos: ninguno.

Nombre vulgar: ostión, almeja.

Distribución: restringida a Jalisco.

Clasificación (Johnson, 1970) :

Phyllum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Subclase	Lamellibranchia
Orden	Eulamellibranchia
Suborden	Schizodonta
Superfamilia	Unionacea Thiele 1935.
Familia	Unionidae (Fleming 1828) Ortmann 1910.
Subfamilia	Anodontinae (Swainson 1840) Otrmann 1910.
Género	<u>Anodonta</u> Lamarck 1799.
Especie	<u>A. richardsoni</u> Martens 1900.

Diagnosis (modificada de Martens, 1901) :

Valvas:—Cuando húmedas, el periostraco es verde olivo claro o verde amarillento en ejemplares jóvenes y, a medida que el animal envejece, se oscurece hasta ser casi negro.

—Superficie lustrosa y lisa, excepto en las partes erosionadas.

—Con líneas concéntricas de crecimiento, generalmente más oscuras que el resto de la concha y líneas radiales apenas visibles contra la luz.

- Extremadamente frágiles.
- Forma ovoide que varía con la edad.
- Erosionadas en diversos grados.
- Coloración del nácar variada: azul, rosa, verde, púrpura y plata.

El margen dorsal no es paralelo al ventral, asciende ligeramente en la parte posterior. Los márgenes posterior y anterior son redondeados (Figura 3).

Las impresiones musculares son circulares y la línea del manto no se interrumpe entre ellas (Figura 4).

Habitat: Aguas templadas, tranquilas y someras de fondo lodoso.

Descripción de la PRESA AGUA PRIETA:

Se localiza en el municipio de Tala, Jalisco, entre los poblados de Cuisillos y Pacana (Figura 5). El cuerpo de agua tiene 3 km de longitud máxima, una profundidad máxima de 8.23m y una capacidad total de 8'000,000 m³, con una temperatura media anual de 21.5°C (SARH, 1982).

Los escurrimientos que llevan pequeños canales y los nacimientos de agua del lado sur de la presa, constituyen la principal fuente de agua.

El fondo de la presa está constituido principalmente por arena, arcilla y limo.

Observaciones Ecológicas: El lirio acuático (Eichornia crasspe) representa una maleza y disminuye la concentración de OD, afectando la vida en la presa, entre otros a las almejas.

Es importante también la presencia de Ictalurus punctatum (bagre), como portador del gloquidio. (García, Sin publicar). Asociados en su ciclo biológico con A. richardsoni, se encuentran los ácaros de la familia Unionicolidae.

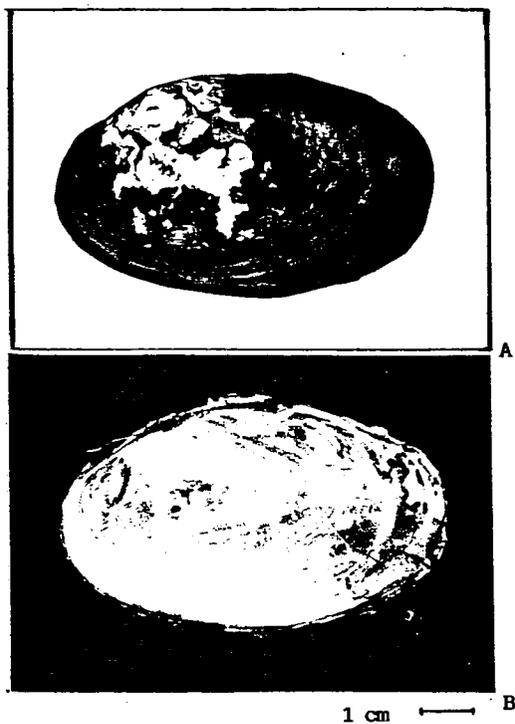


Figura 2. Fotografía de A. richardsoni. A, superficie externa de la valva izquierda; B, superficie interna de la valva derecha.

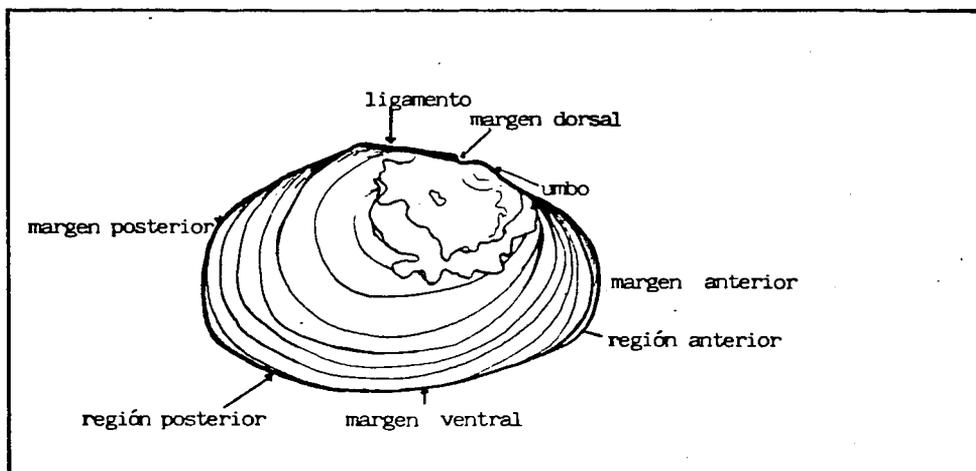


Figura 3.- Superficie externa de la valva derecha de A. richardsoni.

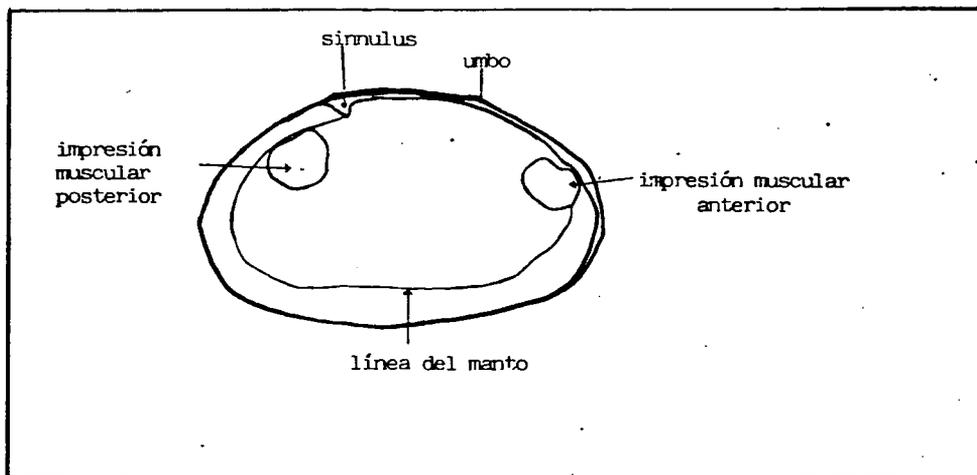


Figura 4.- Superficie interna de la valva izquierda de A. richardsoni.

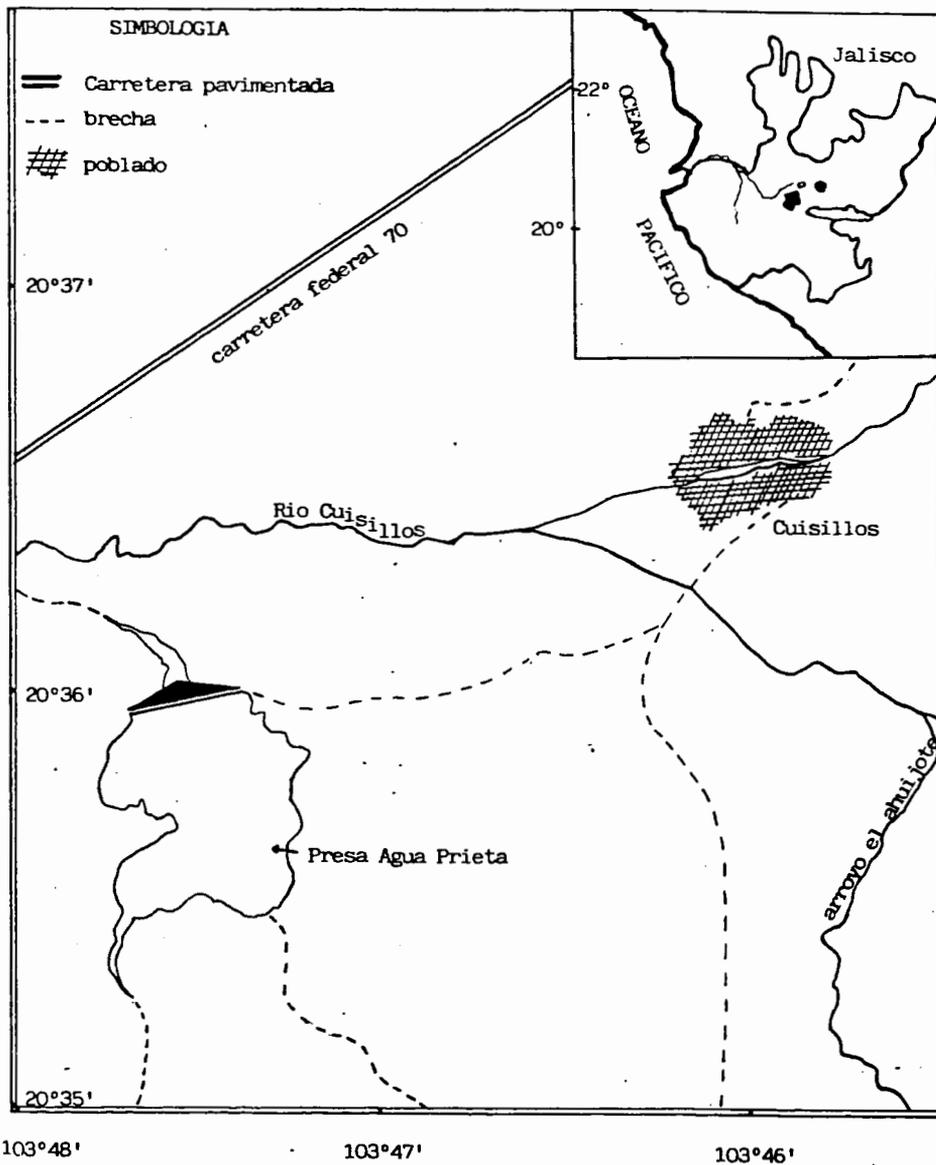


Figura 5.-Situación geográfica de la Presa Agua Prieta.

OBJETIVOS

Determinar el cariotipo de la población de Anodonta richardsoni, de la Presa de Agua Prieta.

Definir el tipo de crecimiento de la misma, en base a sus características morfométricas.

MATERIAL Y METODOS

Colecta.

Se colectaron ejemplares vivos durante los años de 1985 y - 1986, el número de éstos varió en cada muestreo, así como el - lugar de colecta (Figura 6).

Los organismos se recogieron directamente del fondo, sin embar- go, en los últimos muestreos se utilizó un rastrillo de madera, debido al aumento de volumen de agua en la presa y al decremen- to de ejemplares vivos. Posteriormente, el uso del rastrillo se dificultó por la gran cantidad de restos de lirio en el fondo - y fué substituido por equipo de buceo autónomo.

El transporte de los organismos se hizo en cubetas con agua y lodo de la presa.

En el laboratorio se mantuvieron vivos en una pecera de 25L con agua corriente y lodo, a una temperatura máxima de 21°C y oxi- genación constante.

Técnica Citogenética.

Se utilizó la técnica citogenética para bivalvos dulceacuí- colas de Jenkinson (1983), con algunas variaciones:

- a) Se utilizaron indistintamente almejas de todas las ta- llas, con branquias grávidas o ingrávidas.
- b) Se seccionaron los músculos aductores de los organis- mos vivos.
- c) Se removió parte de la branquia (parte ingrávida cuan- do se encontró cargada) y se cortó en fragmentos de - 5mm. aproximadamente.
- d) Se trató el tejido branquial con una solución de col

chicina al 0.0001%, durante $\frac{1}{2}$ hrs.

- e) Se sumergieron en agua bidestilada durante 30 min.
- f) Se centrifugaron a 1,200 rpm durante 10 min., desechando el sobrenadante.
- g) Se fijaron en Carnoy frío durante 30 min. y se lavaron tres veces con la solución fijadora.
- h) Con la suspensión celular obtenida, se elaboraron las preparaciones por goteo y secado al aire, en condiciones húmedas.
- i) Las láminas se tiñeron por 7 min. en solución Giemsa al 2% en buffer fosfatos 0.01 M, pH 7.0, lavando con agua corriente.

Fotografía.

Se analizaron las preparaciones con un microscopio Carl Zeiss Standard 14 Mod. MC-63 con equipo microfotográfico automático.

Se fotografiaron las ocho mejores dispersiones cromosómicas, utilizando película Technical Pan Film Kodak 2415 Estar AH-Base. Se imprimieron en papel kodak F4 y se amplificaron 10 veces.

Cariotipo.

Se elaboró de acuerdo a lo propuesto por Al Alsh (1969), ordenándolos en pares homólogos de tamaño decreciente. Para la clasificación de los cromosomas, se utilizó la nomenclatura de posición centromérica propuesta por Levan y col. (1964)(Tabla 3). Los siguientes símbolos se utilizaron en la descripción del cariotipo:

- p: brazo corto del cromosoma.
- q: brazo largo del cromosoma.
- LT: longitud total del cromosoma (p+q)
- LR: longitud relativa del cromosoma, expresada como porcentaje del genoma (complemento haploide); relación de LT/CH multiplicada por mil.
- q/p: relación de brazos.
- IC: índice centromérico, relación del brazo corto con el largo total del cromosoma, expresado como porcentaje.
- CH: complemento haploide.

Se utilizó el concepto de cariotipo medio (Jenkinson, 1983) y se realizó un ideograma cromosómico según Bogart (1970). El número fundamental (NF) se determinó conforme a lo propuesto por Nakamura (1985).

Crecimiento.

Para este estudio, se eligieron al azar 107 ejemplares previamente fijados en alcohol al 70% y se numeraron. Los datos morfométricos se obtuvieron con un calibrador con precisión de 0.1mm. Los parámetros morfológicos que se midieron fueron: Longitud total (Lt), altura vertical (av) y diámetro (d) (Figura 1). Estos datos (Ver anexo) se analizaron estadísticamente con el programa de Análisis de Regresión para Modelos Linealizables STATIX, con una computadora ONIX. Se calculó el índice K de alometría (Simpson y Roe, 1939), con la ecuación de alometría:

$$y = bx^K$$

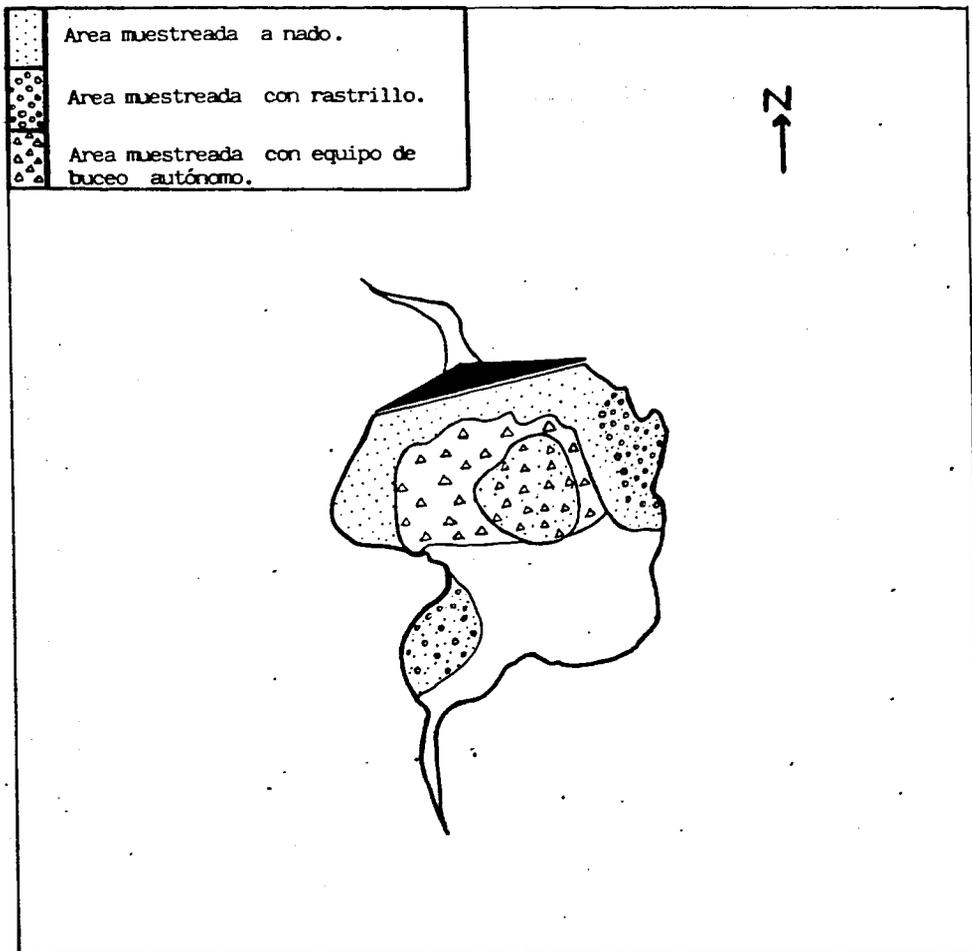


Figura 6.- Areas muestreadas de la Presa Agua Prieta

IC	q/p	Posición del centrómero	Clasificación
50.0	1.0	Punto medio	M
49.5-37.5	1.0-1.7	Región media	m
37.5-25.0	1.7-3.0	Región submedia	sm
25.0-12.5	3.0-7.0	Región subterminal	st
12.5-2.5	7.0-11.0	Región terminal	t
2.5- 0	—	Punto terminal	T

Tabla 3. Valores para la clasificación de cromosomas (Levan, 1964).

RESULTADOS

Cariotipo.

Se obtuvieron en total 42 mitosis en 14 ejemplares, de los 48 procesados para cariotipo (Tabla 4). En el 35.7% de las mitosis, encontradas en 10 ejemplares de distintos sexos, fué constante el número cromosómico de $38(2n)$ (Figura 7); en el 50% de las mitosis, no fué clara la existencia de 38 cromosomas, debido a la poca dispersión cromosómica; en el 9.52%, no fué posible contarlos, debido a la nula dispersión cromosómica o a que se dañaron durante el proceso, y el 4.76% fueron mitosis incompletas (con pérdida de cromosomas).

Se encontró que de los 19(n) cromosomas, solamente el 10 y el 14 son perfectamente metacéntricos (M); que los cromosomas 1,2,3,4,11,12,15,17,18,y 19 son metacéntricos (m) y los cromosomas 5,6,7,8,9,13 y 16 son submetacéntricos (sm) (Tabla 5). El número fundamental calculado, fué de 76. No se identificaron cromosomas sexuales.

El cariotipo e ideograma de A. richardsoni se muestran en las figuras 8 y 9 respectivamente.

Tabla 4. Ejemplares en los que se encontraron mitosis;

* hembras (ejemplares con branquias cargadas).

Ejemplar	No. de Mitosis	Epoca de Colecta	Lt(mm).	
A	3	Agosto 85	50.6	
B	3	Septiembre 85	54.8	
* C	3	Noviembre 85	55.0	
* D	1	Diciembre 85	43.0	
* E	3	Enero 86	47.0	
* F	1	Febrero 86	31.0	
G	3	Marzo 86	51.6	
H	8	Marzo 86	28.1	
* I	6	Abril 86	39.5	
J	2	Mayo 86	52.5	
K	4	Julio 86	42.2	
L	1	Septiembre 86	44.8	
M	1	Octubre 86	43.7	
* N	3	---	46.5	
Total	14	42	Agosto 85-October 86	$\bar{L}t=44.98$



Figura 7. Mitosis metafásicas de tejido branquial de A. richardsoni.

Tabla 5.- Valores medios y clasificación de los cromosomas de *Anodonta richardsoni*. p, brazo largo de la cromátide; LT, longitud total del cromosoma; IC, índice centromérico; q/p, relación de brazo; m, cromosoma metacéntrico; M, cromosoma perfectamente metacéntrico; sm, cromosoma submetacéntrico; CH, complemento haploide total.

No. Par	p	q	LT	LR	IC	q/p	Posición del Centrómero	Clasificación
1	6.65	7.85	14.50	82.362	45.86	1.18	Región media	m
2	5.0	6.0	11.0	62.482	45.45	1.20	Región media	m
3	4.5	6.25	10.75	61.062	41.86	1.38	Región media	m
4	3.75	6.50	10.25	58.22	36.586	1.73	Región submedia	sm
5	3.50	6.25	9.75	55.381	35.897	1.78	Región submedia	sm
6	3.50	6.0	9.50	53.961	36.842	1.71	Región submedia	sm
7	3.0	6.25	9.25	52.541	32.432	2.08	Región submedia	sm
8	3.5	5.65	9.15	51.973	38.251	1.61	Región media	m
9	3.0	6.10	9.10	51.689	32.96	2.03	Región submedia	sm
10	4.50	4.50	9.0	51.121	50.0	1.0	Punto medio	M
11	3.50	5.50	8.0	51.121	38.80	1.57	Región media	m
12	3.75	5.25	9.0	51.121	41.66	1.40	Región media	m
13	3.10	5.80	8.90	50.553	34.83	1.87	Región submedia	sm
14	4.25	4.25	8.50	48.281	50.0	1.0	Punto medio	M
15	3.25	5.0	8.25	46.861	39.39	1.53	Región submedia	sm
16	2.75	5.25	8.0	45.441	34.37	1.91	Región media	m
17	3.0	4.90	7.90	44.873	37.97	1.63	Región media	m
18	3.25	3.25	7.25	41.181	44.82	1.23	Región media	m
19	3.0	4.0	7.0	39.761	42.85	1.33	Región media	m

CH = 176.05 999.987

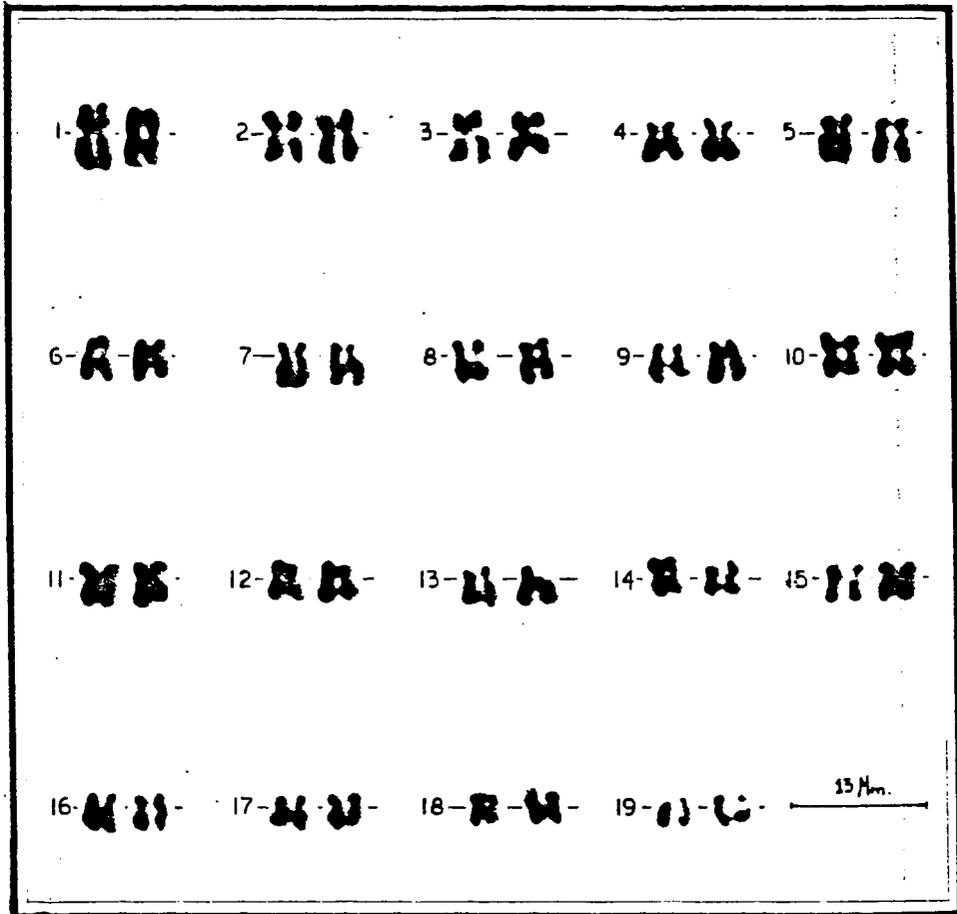


Figura 8.- Cariotipo de A. richardsoni.

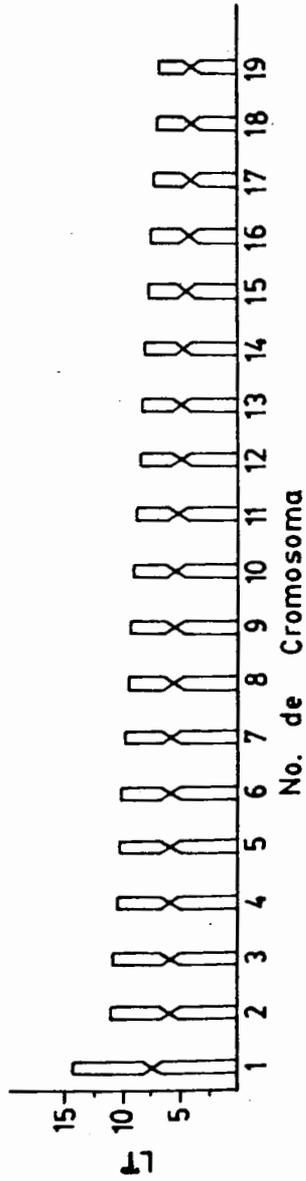


Figura 9. Ideograma de los Cromosomas de A. richardsoni.

Crecimiento.

De los datos morfométricos (Ver anexo), se obtuvieron los siguientes cálculos:

Longitud total (mm)	$\bar{X}=60.81$ $\sigma_{n-1}=12.19$
altura vertical (mm)	$\bar{X}=38.48$ $\sigma_{n-1}=4.106$
diámetro (mm)	$\bar{X}=22.14$ $\sigma_{n-1}=4.136$

El modelo de regresión que más se ajustó a los datos, fué el exponencial (semilogarítmico) $y = \alpha \beta^x$ para los parámetros de Lt y av, con un coeficiente de correlación $r=0.98$ y un coeficiente de determinación $Cd=0.96$. La ecuación resultante para esta relación es $Lt = 7.57(1.055)^{av}$.

El modelo que más se ajustó a los datos, fué el geométrico (doble logarítmico) $y = \alpha X^b$ para los parámetros de Lt y d, con un coeficiente $r=0.94$ y un $Cd=0.88$. La ecuación resultante es $Lt = 2.50(d)^{1.03}$.

El criterio que se utilizó en la elección de los modelos anteriores fué el coeficiente de correlación, los cuales fueron los más altos de todos los modelos analizados.

Las ecuaciones transformadas correspondientes para cada caso son

$$\log Lt = \log 7.57 + \log 1.055 av$$

$$\log Lt = \log 2.50 + 1.03 \log d$$

donde 1.055 y 1.03 corresponden a la pendiente (β) y 7.57 y 2.50 representan la ordenada en el origen (α) de la ecuación de la recta $y = a + bx$.

El índice de alometría calculado para Lt y av es:

$$K = 1.851$$

y para Lt y d:

$$K = 1.04$$

En las figuras 10 y 11 se muestran las gráficas de regresión para Lt y av y Lt y d respectivamente. En ambas gráficas se marcaron los casos en que los ejemplares se identificaron como hembras (ejemplares con branquias cargadas). En la figura 10 se observó una distribución de las hembras más o menos uniforme, sobre y debajo de la línea de regresión; en la figura 11, el 81.2% de éstas se distribuyeron bajo la línea de regresión.

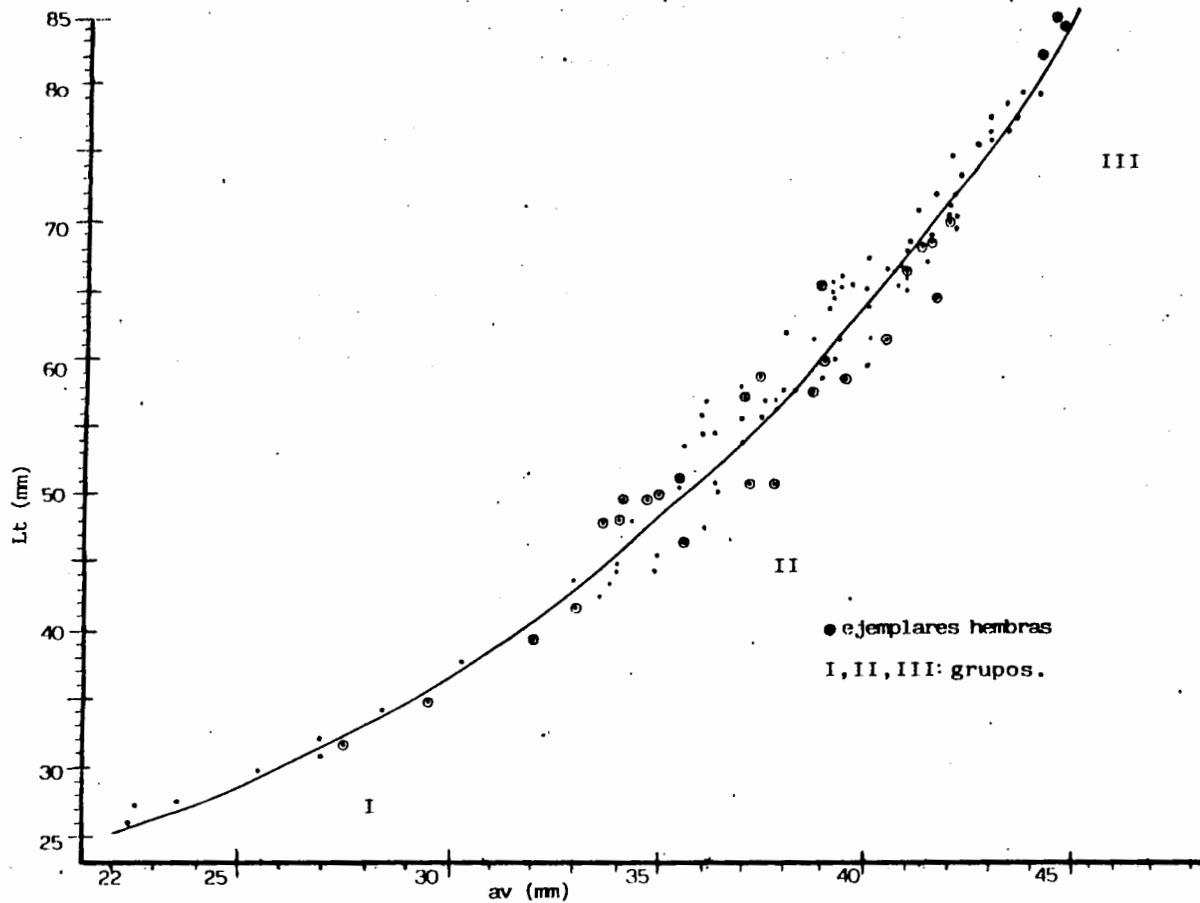


Figura 10. Crecimiento de las conchas en longitud total (Lt) y altura vertical (av).

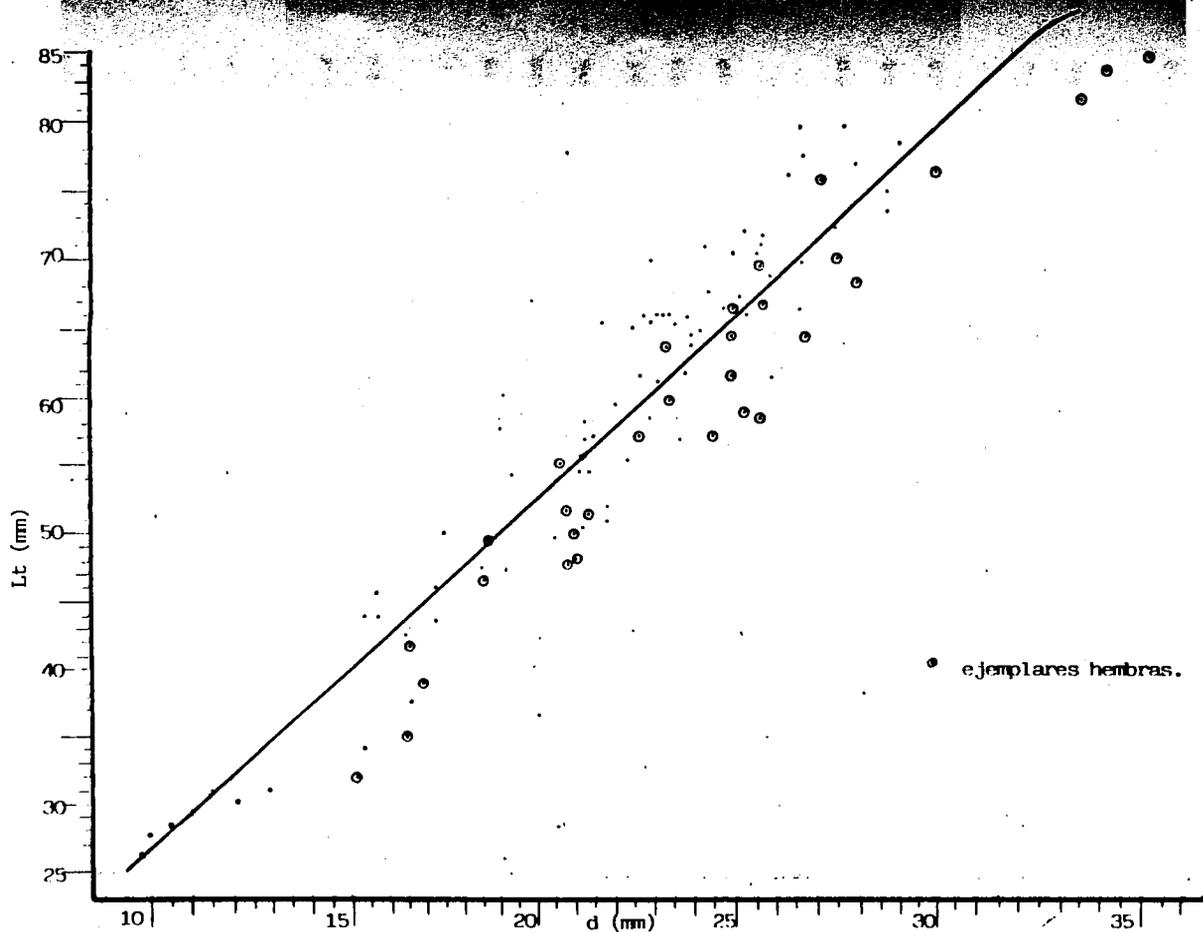


Figura 11. Crecimiento de las conchas en longitud total (Lt) y diámetro (d).

DISCUSION.

Técnica Citogenética.

Se eligió tejido branquial no grávido debido a que, además de ser abundante, permitió obtener un mayor número de mitosis - que otros tejidos (gónada, pie, manto, palpos labiales y gloqui-- dios), sin embargo, se considera necesario el estudio del tejido epitelial y embrionario; los gloquidios representan un excelente material en teoría, ya que son tejidos en desarrollo, sin embargo, la concha no permite un manejo adecuado.

Existen reportes de que, si la colchicina no es administrada en concentraciones adecuadas, puede perjudicar el número de mitosis encontradas por lámina, incluso a los cromosomas (Jenkinson, 1983), por lo que algunos omiten su uso. En el caso de A. richardsoni, se observó que la concentración utilizada disminuye el número de mitosis, pero una gran parte de las que se encuentran son de mejor calidad para el análisis cromosómico.

En el cariotipo de A. richardsoni no se utilizó el bandeo --- cromosómico, ya que el número de mitosis no fué suficiente para realizar ensayos. El bandeo es de suma importancia, debido a que permite identificar, de una manera más confiable, los pares cromosómicos; aunque actualmente, en uniónidos, el principal problema es obtener más y mejores mitosis (Jenkinson, 1984).

Se observó que el número de mitosis encontradas en los ejemplares colectados durante 1985 y 1986, aparentemente está relacionado con dos factores: La talla del animal al tiempo de la captura

y la época de colecta (Tabla 4). Generalmente se encontraron mi tosis en ejemplares pequeños y en épocas en las que las hembras se encuentran grávidas (Marzo-Agosto) (En Pennak, 1978, se menciona la gravidez de las hembras en la misma época), aunque se - encontraron también hembras grávidas fuera de temporada.

De los 48 ejemplares procesados para cariotipo, en 26 no se obtuvieron mitosis, de los cuales, aproximadamente el 49% fueron ejemplares de más de 68mm (Lt) y el 47% fueron colectados en los meses de Noviembre a Enero de 1985 y de Octubre a Diciembre de - 1986. Aunque estos datos no son concluyentes, se consideran útiles y podemos pensar, que de alguna manera la división celular está relacionada con la época y talla al tiempo de la colecta; pro bablemente la temperatura del agua en primavera y verano, que está relacionada con la fertilización, gravidez y liberación de larvas, está relacionada a la vez con el número de mitosis que se - encuentran en estos ejemplares.

Se realizaron ensayos con ejemplares de una población michoacana del género Anodonta y se observó que, aumentando la temperatura del agua donde se mantenían vivos a 26°C durante 24 horas antes de procesar los organismos (menores de 50mm), puede obtenerse de 3 a 10 mitosis por lámina de organismo procesado, en el 92% de - los ejemplares. Estos ensayos no se realizaron en Anodonta ri- chardsoni ya que en los últimos muestreos (Noviembre y Diciembre de 1986), se encontró únicamente un ejemplar vivo de cada 80 colectados, sin embargo, estos ensayos apoyan la hipótesis de la relación temperatura del agua - índice mitótico. Jenkinson (1983),

también observó relación entre el índice mitótico y temperatura y talla.

Cariotipo.

El número cromosómico de $38(2n)$ encontrado en A. richardsoni, apoya la hipótesis que propone la conservación del número cromosómico a nivel de familia en bivalvos, ya que no se han reportado números cromosómicos diferentes en uniónididos. En bivalvos, este número se considera alto y es una característica que comparten los eulamelibranquios. El número fundamental de 76 concuerda también con el de los demás uniónididos estudiados, aunque difieren en la proporción de metacéntricos y submetacéntricos (Nakamura, 1985).

Aunque los uniónididos presentan en general sexos separados, no se ha reportado la existencia de cromosomas sexuales, que fué lo que se observó en A. richardsoni. Con respecto al sexo, se considera necesario un estudio para determinarlo, por ejemplo mediante el análisis de gónada, ya que en este caso se tomaron como hembras los ejemplares que tenían branquias cargadas.

Por otra parte, si consideramos que el género Anodonta se encuentra distribuido ampliamente en todos los continentes, principalmente en América, y que las especies que han sido estudiadas tienen el mismo número cromosómico, podemos pensar en la 'elasticidad' del número cromosómico en la adaptación de las especies, permitiendo variación. Los lugares que habitan estos organismos difieren bastante en condiciones geográficas: A. anantina habita el Lago Diemen en los Países Bajos a 52° latitud norte y a una altitud inferior a la del nivel del mar, mientras que A. grandis y A. ferussacianus ha-

bitan el Lago Erie cerca de Buffalo en Norteamérica a 43° latitud norte y a 350 metros sobre el nivel del mar (msnm) y, A. richardsoni de la Presa Agua Prieta, Jalisco (México) se encuentra a 25° latitud norte y a 1700 msnm. Esto nos da idea de las condiciones tan diferentes a las que se encuentran sometidos los organismos, conservando rasgos morfológicos, anatómicos y fisiológicos que los emparentan, así como el número cromosómico. Muy probablemente todas las especies del género Anodonta tengan el mismo número cromosómico, sin embargo, es importante extender y mejorar estos estudios, con la finalidad de hacer comparaciones.

Crecimiento.

Se considera que el muestreo estuvo influido por el método de colecta, por lo que se obtuvieron pocos ejemplares pequeños, ya que aproximadamente el 12.1% de la muestra, fueron organismos de tallas (Lt) menores de 45mm., sin embargo, se consideraron adecuados para el análisis de las relaciones morfométricas.

En cuanto al análisis de regresión de Lt/av, el coeficiente de correlación $r=0.98$, indica un alto grado de relación entre las dos variables, por lo cual, la ecuación

$$Lt = 7.57 (1.055)^{av}$$

explica el comportamiento de las variables en el 96% de los casos. El índice de alometría $K=1.851$, indica alometría positiva, es decir, que la tasa de crecimiento geométrico es mayor para la longitud total que para la altura vertical. Lo anterior concuerda con la observación de que las valvas de esta especie, con el tiempo, se elongan con respecto a la altura vertical.

En la gráfica correspondiente (Figura 10) se sugiere la existencia de tres grupos: En el I, la longitud total y la altura vertical de las valvas son casi iguales ($Lt=av$, formas circulares); en el II, la longitud es mayor ($Lt \neq av$, formas intermedias) y en el III, la longitud es francamente mayor ($Lt > av$, formas elongadas). Estos grupos no están bien delimitados y, aunque son artificiales, podrían representar grupos de edades, sin embargo, es necesario otro tipo de estudio para corroborarlo.

El análisis de regresión para Lt/d , el coeficiente de correlación $r=0.94$ indica alto grado de relación entre las variables, y la ecuación

$$Lt = 2.5(d)^{1.03}$$

explica el comportamiento de las variables en un 88% de los casos. La constante $K=1.04$, para este caso, indica isometría, es decir, que la tasa de crecimiento geométrico de las dos variables es similar. Al parecer las valvas conservan una proporción en estas tallas y no hay variación en el tiempo, sin embargo, en la figura 11 se observó que la recta está desviada en la parte superior, debido a tres ejemplares hembras. Ya que son pocos ejemplares, esta desviación no se consideró representativa.

La observación de que el 81.2% de las hembras se distribuyeron bajo la línea de regresión, hace pensar que las hembras en general, son más 'gordas' que los machos, ya que probablemente, gran parte de los individuos que se encuentran sobre la línea de regresión, sean machos.

Tal vez esta diferencia entre hembras y machos (si es real) sea una adaptación biológica de las hembras, relacionada con la gravidez. Esto podría resultar útil en la determinación de sexo en esta especie, cuando solamente se dispone de las conchas, no obstante, es necesario corroborar esta relación por medio del estudio gonádico o de otro tejido, que permita identificar sexo con seguridad.

Las ecuaciones de regresión que se obtuvieron, aunque explican bien el comportamiento de las variables, no deben utilizarse en rangos superiores o inferiores a los de las tallas utilizadas:

Lt	85.1-26.0
av	44.5-22.4
d	34.2- 9.8

ya que podrían resultar datos erróneos. Estas ecuaciones no son válidas cuando alguna de las dos variables adquiere el valor de cero, además de que no tendría sentido biológico en este caso.

Las tallas de las conchas, así como las relaciones que pueden establecerse entre ellas, son parámetros muy variables, por lo que el tipo de crecimiento de las valvas en una especie, es una característica que debe ser vista con precaución, cuando se compara con otras poblaciones y se utiliza como criterio taxonómico.

En unióndidos existen trabajos que relacionan la forma de las valvas con la localización del organismo en un cuerpo de agua y se encontró que, con el decremento en 'bbsidad' incrementa la longitud, (Ortman, 1920), observación contraria a lo encontrado en A. richardsoni, sin embargo, no existen trabajos de tipo de crecimiento con que comparar los datos obtenidos.

Aunque el cariotipo se considera importante en el establecimiento de relaciones entre grupos de individuos, no debe desecharse la información conchiliológica por ser un método primitivo de taxonomía, ya que la concha de los moluscos en general, es la que proporciona gran cantidad de datos taxonómicos, está al alcance de todos los que no cuentan con métodos sofisticados y es fácil conservarla y observarla.

CONCLUSIONES.

- a) El número cromosómico en A.richardsoni Martens 1900, es de $38(2n)$.
- b) Los pares cromosómicos 1,2,3,4,10,11,12,14,15,17,18 y 19 son metacéntricos y los pares 5,6,7,8,9,13 y 16 son submetacéntricos.
- c) El número fundamental es de 76.
- d) La ecuación que describe la relación entre longitud total y altura vertical es $Lt = 7.57 (1.055)^{av}$.
El crecimiento de las valvas en este caso es alométrico, con un índice $K = 1.851$.
- e) La ecuación que describe la relación entre longitud total y diámetro es $Lt = 2.50 (d)^{1.03}$. El crecimiento en este caso es isométrico, con un índice $K = 1.044$.

A N E X O

Tabla 1. Medidas de las valvas de A.richardsoni en milímetros. Longitud total(Lt), altura vertical(av), diámetro(d).

No.	Lt	av	d																
1	85.1	44.5	34.2	23	70.4	42.2	22.0	45	65.1	39.2	23.2	67	57.3	36.1	20.5	89	48.0	36.1	18.0
2	84.7	44.7	33.5	24	70.4	42.2	25.7	46	65.0	41.8	24.0	68	57.2	37.7	20.4	90	47.0	35.8	18.0
3	82.4	44.2	32.6	25	69.9	41.5	24.7	47	65.0	41.8	25.8	69	57.2	37.6	22.7	91	46.5	33.9	16.9
4	80.0	44.1	26.7	26	69.2	41.5	24.9	48	65.0	39.2	23.0	70	56.7	37.8	20.5	92	46.0	35.0	15.5
5	80.0	43.9	25.6	27	69.0	41.3	27.0	49	64.4	40.0	23.2	71	56.3	36.0	21.6	93	44.8	34.0	15.3
6	79.0	43.4	28.1	28	67.8	40.0	35.5	50	64.3	38.8	22.5	72	55.9	37.5	19.8	94	44.8	35.0	15.5
7	78.0	43.7	25.9	29	67.6	41.5	24.2	51	62.1	38.0	23.2	73	55.5	37.0	18.6	95	43.7	33.8	16.8
8	77.5	43.5	27.0	30	67.3	40.8	24.7	52	62.0	38.6	25.0	74	55.0	36.0	20.5	96	43.0	33.6	16.1
9	77.0	43.0	29.0	31	67.0	40.6	25.6	53	62.0	40.6	24.0	75	55.0	36.3	19.9	97	42.2	33.0	16.3
10	76.7	43.0	25.4	32	67.0	41.0	24.0	54	62.0	39.4	21.8	76	54.8	37.0	18.6	98	39.5	32.0	16.5
11	76.4	42.6	26.3	33	66.9	40.5	23.8	55	61.8	39.1	22.2	77	52.5	35.7	21.0	99	38.0	30.4	16.3
12	75.4	42.0	27.8	34	66.4	39.5	24.4	56	60.5	39.3	18.5	78	51.9	35.5	20.0	100	35.0	29.5	16.1
13	74.0	42.3	27.8	35	66.3	41.0	22.3	57	60.4	39.0	22.5	79	51.6	37.8	20.5	101	34.4	28.5	15.2
14	73.0	42.1	26.6	36	66.2	39.1	22.1	58	60.0	40.0	21.3	80	51.6	37.3	20.5	102	32.2	27.5	15.0
15	72.6	41.6	24.4	37	66.2	40.1	22.5	59	59.5	37.6	24.4	81	51.3	36.7	21.0	103	31.0	27.0	13.0
16	72.1	42.2	24.8	38	66.0	38.7	22.1	60	59.0	39.0	22.0	82	51.0	35.5	20.4	104	30.0	25.5	12.2
17	71.6	42.0	24.8	39	66.0	40.0	21.8	61	59.0	39.5	24.7	83	50.6	36.7	17.0	105	28.1	23.7	10.6
18	71.4	41.2	23.4	40	65.9	39.6	22.8	62	59.0	39.0	22.0	84	50.2	35.0	20.3	106	27.5	22.7	10.0
19	71.0	42.0	24.7	41	65.7	40.7	22.0	63	58.6	37.0	20.5	85	50.1	34.7	19.8	107	26.0	22.4	9.8
20	71.0	42.0	24.7	42	65.6	40.0	22.6	64	58.1	38.2	18.5	86	50.0	34.2	18.2				
21	71.0	42.1	24.0	43	65.6	39.3	20.8	65	57.8	38.6	23.6	87	48.2	34.2	20.2				
22	70.9	42.0	26.6	44	65.3	41.0	21.6	66	57.5	37.1	21.7	88	48.1	33.7	20.1				

LITERATURA CITADA

- Acuña, Enzo S., 1977. Estudio preliminar de edad y crecimiento de Fissurella latemarginata (Sowerby, 1834) en Tocopilla, Chile (Mollusca, Gastrópoda, Fissurellidae). Rev. Biol. Mar. Dep. Ocean. Univ. Chile, Valparaíso, 16(2):117-124.
- Al-Alsh, M., 1969. Human chromosome morphology studies on normal chromosome characterization, classification and karyotyping. Can. Burs. Gen. and Cytol., 11:370-381.
- Ahmed, M., 1976. Chromosome cytology of marine pellecypod mollusca. J. Sci., Karachi, 4:77-94.
- Babrazkai, N., Miller, W.B. y Ward, O.G., 1974. Citotaxonomy of some Arizona Oreohelicidae (Gastropoda, Pulmonata). Papers read at AMU 40th Bull. Amer. Mal. Union Inc., Annual Meeting, pp. 4-11.
- Baxter, J.M., 1982. Allometric and morphological variations of whole animal and valve dimentions in the chiton Lepidochitonina cinereus (Mollusca, Poliplacophora). J. Moll. Stud., 48:275-282.
- Bogart, J.B., 1970. Systematics problems in the amphibian family Leptodactylidae (Anura) as indicated by caryotypic analysis. Cytogenetics 9:369-383.
- Burch, J.B., 1965. Chromosome numbers and Systematics in euthyneuran snails. Proc. First Europ. Malacol. Cong., 1961, 215-241.
- Burch, J.B., 1968. A tissue culture technique for caryotype analysis of pulmonate land snails. Venus (Jap. Jour. Mal.), 27(1):20-27.
- Davis, G.M. y Fuller, S.L.H., 1981. Genetic relationships among recent Unionacea (Bivalvia) of North America. Malacología 20: 217-253.
- Davis, G.M., Heard, W.H., Fuller, S.L.H. y Gesterman, C., 1981. Molecular genetics and speciation in Elliptio and its relationships to other taxa of North American Unionidae (Bivalvia) Biol. Jour. of Linnean Soc., 15, 131-150.

- De Bernardi, R., Ravera, O. y Oregioni, B., 1976. Demographic structure and biometric characteristics of Viviparus ater (Gastropoda, Prosobranchia) from Lake Alserio (Northern Italy). J.Moll.Stud., 12:310-318.
- De Robertis, E.D. y De Robertis, G.M., 1981. Biología Celular y Molecular. Edit. El Ateneo, pp.395-432.
- García-Carrillo, S., sin publicar. Contribución al estudio del género Anodonta. Tesis Profesional.
- Hamerton, J.L., 1971. Human Cytogenetics. General Cytogenetics. Academic Press, vol.I:8-30.
- Hinegardner, R., 1974. Cellular DNA content of the molluscs. Comp. Biochem. Physiol., 47A:447-460.
- Ieyama, H. e Inaba, A., 1974. Chromosome numbers of ten species in four families of Pterimorphia (Bivalvia). Venus(Jap.Jour. Mal.), 33(3):129-137.
- Inaba, A., 1979. Chromosomes and phylogeny of Mollusca. Jap. J.Syst. Zool. Circular, 52: 1-7.
- Jenkinson, J.J., 1976. Chromosome numbers of some North American naiads. (Bivalvia, Unionacea). Bull.Amer.Mal.Union, pp.16-17.
- Jenkinson, J.J., 1983. Mitotic and chromosomal characteristics in the North American naiads (Bivalvia, Unionacea). Dissertation for the degree Doctor of Philosophy, Ohio Univ. 221pp.
- Jenkinson, J.J., 1984. An Analysis of naiad chromosomal morphology (Bivalvia, Unionacea). Amer.Mal.Bull. AMU Abstr., 2:86-87.
- Johnson, R.I., 1970. The systematics and Zoogeography of the Unionidae (Mollusca, Bivalvia) of the Southern Atlantic slope region. Bull.Mus.Comparative Zool., 140(6).
- Kat, P.W., 1983. Genetic and morphological divergence among nominal species of North American Anodonta (Bivalvia, Unionidae). Malacología, 23(2):361-374.
- Levan, A., Fredga, K. y Sandberg, A., 1964. Nomenclature for centromeric position on Chromosomes. Hereditas, 52:201-220.

- Martens, E.V., 1901. *Biología Centrali Americana*. Land and Fresh-water Mollusca, pp. 523-540.
- Meglitsch, P.A., 1978. *Zoología de Invertebrados*. H. Blume ediciones, 1a. Ed. española, pp. 293-398.
- Menzel, R.W., 1968. Chromosome numbers in nine families of pelecypod mollusks. *Nautilus* 82(2):45-58.
- Menzel, R.W., 1968a. Citotaxonomy of species of clams (Mercenaria) and oysters (Crassostrea). *Proc. Symp. Moll.*, Pt., 16:75-84.
- Nakamura, H., 1982a. Karyological studies on three Patellacean limpets. *Venus (Jap. Jour. Mal.)*, 40(4):225-231.
- Nakamura, H., 1982b. Karyotypes of three species of Notoacmea (Gastropoda, Acmaeidae). *Publ. Seto. Mar. Biol. Lab.*, XXVII(1/3), 17-23.
- Nakamura, H., 1985. A review of Molluscan cytogenetic information based on the CISMOCH - Computerized Index System for Molluscan Chromosomes. Bivalvia, Gastropoda, Poliplacophora and Cephalophoda. *Venus (Jap. Jour. Mal.)*, 44(3):193-225.
- Ortman, A.E., 1920. Correlation of shape and station in freshwater mussels (Naiads). *Proc. of Amer. Philosophical Soc.*, 59(4): 269-312.
- Patterson, C.M., 1969. Chromosomes of Molluscs. *Proc. Symp. Moll. Mar. Biol. Ass. India*, 2:635-689.
- Pennak, R.W., 1978. Freshwater invertebrates of the United States. pp. 691-705.
- Raup, D.M. y Stanley, S.M., 1978. Principles of Paleontology. Ontogenic variation. W.H. Freeman and Comp. Sn. Fco., p. 45.
- SARH, 1982. Reporte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos, Coord. riego Sist. I.
- Swanson, C.P., 1981. Cytogenetics. The chromosome in division, inheritance and evolution. Prentice Hall Inc., 2nd ed., pp. 473-517.
- Villarreal, H.M., 1986. Caracteres utilizados para determinar moluscos. *Mem. II Reun. Nal. Malacol. y Conquiliología*, pp. 88-110.
- Wada, K., 1978. Chromosome karyotypes of three bivalves. *Biol. Bull.*, 155:235-245.

Guadalajara, Jalisco. 19 de Agosto 1987

Dr. Carlos Astengo Osuna
Director de la Facultad de Ciencias
Universidad de Guadalajara
P r e s e n t e .

Habiendo realizado las observaciones pertinentes al trabajo de Tesis que presenta la C. Rosa María Chávez Dagostino, considero que puede imprimirse, por lo que pido a Usted permita se realicen los trámites para el examen correspondiente.

Sin más por el momento, agradezco las atenciones que se sirva --
brindar a la presente.


DOÑA PATRICIA CASTRO FERRA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS

Expediente
 Número **942/87**

Srita. Rosa Ma. Chavez Dagostino
 P r e s e n t e . -

Por este conducto me permito informar a usted que se acepta el cambio de tema de tesis titulado: "Relaciones Biométricas y Cariotipo de Anodonta (Bivalvia, Unionidae) de la Presa Agua Prieta, Cuisillos-Jalisco, por el nuevo tema titulado: " Cariotipo y tipo de Crecimiento de Anodonta richardsoni Mearns 1900 (Bivalvia, Unionidae).

Dando tramite al mencionado tema de tesis con fecha - 30 de Julio del presente año estando de acuerdo su director de tesis Q.F.B Luz Patricia Castro Félix.

Sin otro particular le reitero la expresión de mi -- consideración más distinguida.



FACULTAD DE CIENCIAS

El Secretario

José Manuel Copeland Gurdíel

c.c.p. La Q.F.B. Luz Patricia Castro Félix. Pte.-
 c.c.p. El expediente del alumno.-

'999

A T E N T A M E N T E
 "PIENSA Y TRABAJA"
 Guadalajara, Jal., Agosto 19 de 1987
 El Director

Dr. Carlos Astengo Corona

Al contestar este oficio cítese fecha y número