



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**ESTUDIOS SOBRE LA ESTACIONALIDAD DE
INFRAPOBLACIONES DE *Neergasilus japonicus*
(COPEPODA: ERGASILIDAE) EN PECES NATIVOS DE
"EL BATÁN", QRO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

ANITA OROZCO ZAMORANO

Director: Dr. Raúl Pineda López

Santiago de Querétaro, Qro., 2001

BIBLIOTECA CENTRAL UAQ

"ROBERTO BLIZ ORREGON"

No Adq. TH 66051
No. Título T5
Clas. 597.14
074e

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

1. INTRODUCCIÓN	1
Área de estudio	3
<i>Goodea atripinnis</i>	4
<i>Xenotoca variata</i>	5
Los parásitos Ergasílicos.	7
2. OBJETIVOS	10
3. MATERIAL Y MÉTODOS.	11
Actividades de campo.	11
Metodología del laboratorio.	13
Análisis de datos.	15
4. RESULTADOS	17
Hospedero: <i>Goodea atripinnis</i>	17
Hospedero: <i>Xenotoca vaariata</i>	33
5. DISCUSIÓN.	48
6. CONCLUSION	53
7. LITERATURA CITADA.	55

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES:

Antonio Orozco Atanacio

María Zamorano Rivera

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su amor y sacrificio ya que sin ellos jamás hubiera podido llegar a este punto.

A mis hermanos que siempre me apoyaron.

Al Dr. Raúl Pineda López por haber aceptado dirigir esta tesis y por toda la paciencia mostrada en este trabajo y para con mi persona.

A los sinodales de este trabajo M. en C. Rubén Pineda López, Dr. Humberto Suzán Azpíri, Dr. Robert Wallace Jones Schueneman y al Dr. Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita por sus valiosas aportaciones.

Al M. en C. Joel Quesada Mejorada por su crítica, al Dr. Edmundo Díaz Pardo por sus comentarios y observaciones hacia esta tesis.

Al pentágono: Norma, Ana Laura, Alejandra y Liliana Elizabeth por haber formado al grupo más fantástico con el que viví los momentos más importantes en la carrera.

A Verónica y a Neyda por los ánimos que me brindaron.

A todos mis compañeros de generación.

A Pancho, a Jacinto, a Alejandro, a Ofelia a Ricardo, a Chucho por su apoyo y colaboración y a todos aquellos que de alguna manera participaron en la elaboración de este trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos ancestrales el hombre ha practicado (tal vez en un principio de manera involuntaria) la transferencia de diferentes especies, ambas plantas y animales, lo que ha traído consigo diversos conflictos empezando por la modificación del área de distribución de la especie introducida. Esto ha propiciado conflictos como la competencia entre las especies nativas e introducidas por recursos diversos como el hábitat y el alimento; esto sin dejar de mencionar que en muchos de los casos la transferencia de una especie no se da en forma aislada, sino que puede ser múltiple, ya que una especie introducida puede llevar consigo a otros organismos, como por ejemplo, sus parásitos. La introducción de una nueva especie a un ámbito en particular incrementa la competencia sin duda, en el nicho de las otras que ocupan el mismo hábitat (Kennedy, 1994).

Debido a las actividades acuiculturales y de ornato en los peces, los patrones de su área de distribución se han visto modificados en todo el mundo (Bauer y Hoffman, 1976). El número de peces introducidos se ha incrementado considerablemente y con ello la introducción de parásitos y enfermedades (Kennedy, 1994).

Los parásitos introducidos accidentalmente pueden ser capaces de invadir las comunidades de parásitos ya existentes en los peces nativos bajo determinadas condiciones, especialmente cuando las comunidades nativas son pobres en especies (Kennedy, 1994).

La fauna parasitaria original puede disminuir o desaparecer produciendo consecuencias fatales para las especies nativas de hospederos, (Dogiel, 1958); esto puede ser posible si las especies introducidas de parásitos cuentan con una habilidad de dispersión, un alto potencial de reproducción, son capaces de reproducirse de manera asexual y que el parásito sea generalista (parasite a varias familias de hospederos) (Kennedy, 1994), Kabata (1970) menciona la posibilidad de esterilidad en hembras de *Coregonus peled* en el noreste de Rusia puesto que después de la infección de *Ergasilus sieboldi* disminuyó en forma considerable la proporción del desove. La habilidad de colonización de los parásitos es inversamente proporcional a la complejidad del ciclo de

vida (Bauer y Hoffman, 1976), por lo que parásitos con un ciclo de vida directo pueden ser los más exitosos al colonizar nuevos hospederos.

En México existen registros de introducción de peces desde 1884, con cultivos intensivos de peces comestible y de ornato (Rodríguez, 1982), desde entonces se han hecho introducciones de peces en donde no se han preocupado por hacer estudios de las repercusiones que pudiera tener la introducción de nuevas especies de peces (Contreras *et al.*, 1984).

Entre los municipios de Corregidora y de Querétaro se encuentra establecida la cuenca de los ríos Huimilpan-Pueblito; esta cuenca esta constituida por ocho unidades hidrológicas que cubren una superficie de 40 300 Ha y un intervalo de altitud de 1800 a 2850 msnm.

En la región alta y media de la cuenca Huimilpan-Pueblito donde queda ubicada la presa El Batán las especies de peces que se encuentran distribuidas son de las familias Ciclidae, Poeciliidae Cyprinidae, Goodeidae y Atherinidae con diferentes especies nativas e introducidas.

En 1996 Pineda-López R. encuentra entre las especies nativas a *Goodea atripinnis* (Jordan 1880), *Xenotoca variata* (Bean 1887), *Poeciliopsis Infans* (Woolman, 1894), *Chirostoma jordani* (Woolman, 1894); en cuanto a las especies introducidas se pueden citar *Cyprinus carpio*, *Heterandria bimaculata* y *Oreochromis aureus*.

La ictiofauna nativa de la presa "El Batán" se encuentra conformada por tres especies *Goodea atripinnis*, *Xenotoca variata* y *Chirostoma jordani* (Hernández-Camacho 2000), en la década de los 90's la presa fue sembrada con especies exóticas con el fin de incrementar la actividad acuicultural de la región y como una vía alterna para obtener una fuente de proteína a bajo costo, las especies introducidas a este cuerpo de agua son *Cyprinus carpio* y *Oreochromis aureus*.

Entre los parásitos nativos e introducidos presentes en el embalse, se encuentran *Neoergasilus japonicus* una especie asiática diseminada con los ciprínidos y que se ha transferido a los peces nativos del embalse.

Una de las preguntas más recurrentes en la transferencia de parásitos entre peces nativos e introducidos es ¿cómo se comportan los parásitos después el periodo de

establecimiento? Por ello es necesario conocer si existen o no ciclos estacionales de maduración y presencia en sus nuevos hospederos, es decir su ciclo de vida.

Por ello el presente trabajo se pretende establecer la variación estacional de *N. japonicus* (parásito exótico) en peces nativos pertenecientes a la familia Goodeidae, específicamente *Goodea atripinis* y *Xenotoca variata* en la presa "El Batán", con ello se pretende contribuir a: (a) el conocimiento de la biología y ecología de este parásito en México y, (b) brindar elementos científicos para el desarrollo de métodos de contención que ayuden a disminuir su presencia.

Área de estudio.

La construcción de la presa "El Batán" (Imagen 1) fue iniciada por Gobierno Federal en octubre de 1989 para concluir anticipadamente en 1990, e inaugurada en 1992 con una capacidad de almacenamiento de 6.5 millones de m³. Esta presa se encuentra sobre el río Pueblito a 6.5 km al sureste de la ciudad de Querétaro y 4.5 km al sureste de la cabecera municipal de Villa Corregidora. Su ubicación geográfica tiene las siguientes coordenadas 20 °30'13" de latitud norte y 100 °24'39" de longitud oeste y está situada a de 1,869 msnm. El clima de la zona es semiseco templado con baja concentración de calor en verano y una pequeña presencia de agua estival. La temperatura media anual se acerca a los 18 °C y la precipitación, que se concentra principalmente en los meses de junio a septiembre, tienen un promedio de 646 mm por año (CNA, 1991).

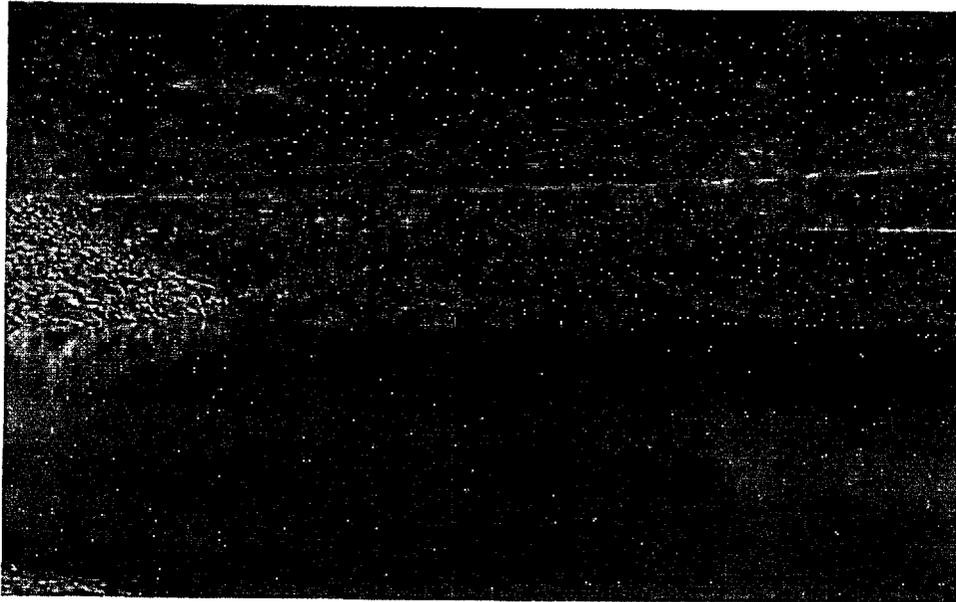


Imagen 1. Presa "El Batán" Corregidora Querétaro.

Goodea atripinnis Jordan "tiro" (Imagen 2)

Goodea atripinnis Jordan 1880: 299-300 (localidad típica: León, Guanajuato).

Diagnosis de referencia: Hubbs y Turner 1939: 27-28

Distribución: Endémica de la cuenca del Lerma-Santiago.

Esta especie habita aguas lénticas, templadas o semicálidas, con bruscas variaciones diarias de oxígeno en las 24 horas. Viven en el fondo lodoso, a poca profundidad en algunos casos, en aguas claras o turbias con abundante maleza acuática y principalmente en las partes bajas como sucede en las cuencas de Quiroga, Erongarícuaro e Ihuatzio en el Lago de Patzcuaro (Rosas, 1976).

En cuanto a su alimentación, Jordan (1880) menciona que es limnófago, mientras Hubbs y Turner (1939) los consideran como herbívoros por tener un intestino largo. Rosas (1976) reporta que este pez es un herbívoro ficófago y come algas con la fauna asociada.

Goodea atripinnis es un pez vivíparo que se reproduce todo el año, intensificándose su reproducción en los meses de mayor temperatura: mayo, junio y julio.

Existe dimorfismo sexual, siendo la hembra mayor en dimensiones que el macho (Rosas, 1976) es un pez con pocos movimientos horizontales.

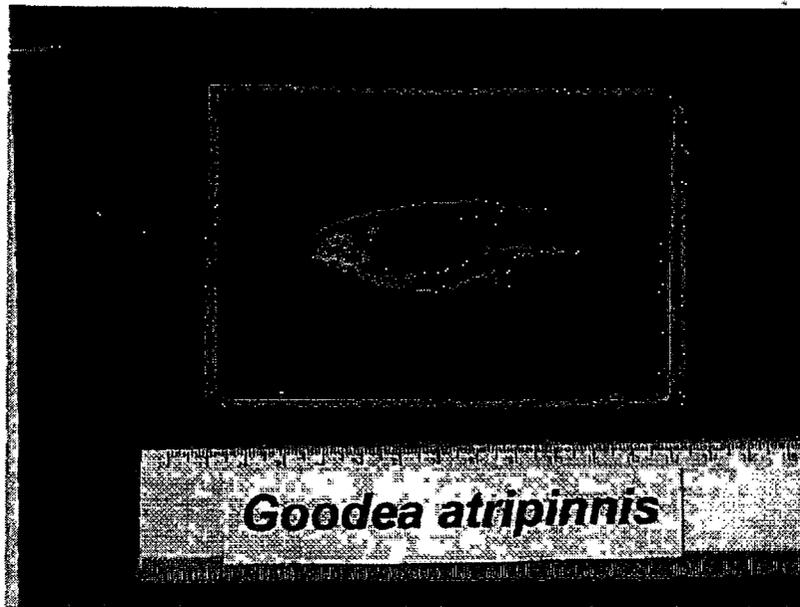


Imagen 2. *Goodea atripinnis* Jordan 1880.

Xenotoca variata (Bean) "pintada" (Imagen 3)

Characodon variatus Bean 1887: 370-371 (Localidad típica: Probablemente arroyos de Guanajuato)

Diagnos de referencia: Hubbs y Turner 1939: 26

Distribución: Río Grande de Santiago y Río Pánuco.

Son peces que se les encuentra tanto en ambientes lóticos como lénticos, en el primer caso desde riachuelos someros hasta ríos de gran caudal. En ambientes lénticos la especie ocupa grandes lagos y presas, pequeños bordos y también charcas temporales en ambos tipos de sistemas en altitudes entre los 1600 y 2000 msnm.

El hábitat de *X. variata* es variado y se encuentra en sitios de sustrato rocoso, arenoso, de arcilla, o de cieno orgánico, donde la vegetación puede estar presente o

ausente. Habitan aguas transparentes muy turbias donde la cuantificación de sólidos suspendidos alcanza 470 mg/l; con temperaturas de agua entre 14 °C y 29 °C y valores de oxígeno disuelto que fluctúa de 4 (42% de saturación) a 15 mg/l; y pH entre 6.6 y 9.1.

X. variata tolera agua fuertemente eutrificada con valores de 40 mg/l de nitratos y 5 mg/l de fosfatos. Entre los godeidos *X. variata* es una de las especies de más amplia distribución en la actualidad. Ocupa la mayor parte de la cuenca del Río Lerma, tanto en la corriente principal, como en las partes altas y bajas de afluentes. Su área geográfica abarca porciones de sistemas hidrográficos adyacentes; como a las partes altas de los ríos Santiago y Pánuco. Todas las referencias indican que *X. variata* tenía un área de distribución menor, pero en los últimos años se ha encontrado que esta se ha ampliado.

Su dieta general comprende gran variedad de taxa en los que se incluyen las algas, fanerógamas, cladóceros, copépodos, isópodos, sinfípodos, nayades y adultos de odonatos, coleópteros, dípteros y efemerópteros e incluso en menor proporción huevos, embriones y juveniles de peces. Eso indica un régimen alimentario omnívoro, sin embargo presenta tendencias, pudiendo ser herbívoro, zooplanctófago, entomófago e incluso a veces piscívoro. La longevidad hasta de tres años.

Xenotoca variata es una especie de pequeña talla, las hembras alcanzan los 90 mm, y los machos los 65 mm, de longitud total. Son de cuerpo robusto y la boca terminal lleva dos series de dientes, una externa con bífidos y otra interna con bífidos y cónicos. La coloración típica de esta especie es muy variada, y a veces los individuos de la misma población tienen una coloración diferente.

El ciclo reproductivo es múltiple, en cada hembra puede reproducirse más de una vez durante un ciclo, el cual se extiende de marzo a diciembre. El número de embriones por camada varía de 4 a 76 con un valor promedio de 21, la cantidad tiene una relación directa con la talla de la madre. La super fertilización o presencia de un mismo ovario de embriones en diferente estadio de desarrollo es ocasional. Las hembras alcanzan el reclutamiento reproductivo en tallas cercanas a los 30 mm y los machos a los 25 mm de longitud patrón, por lo que tiene la capacidad de reproducirse cuando todavía no alcanzan el primer año de vida (Torres 1991).

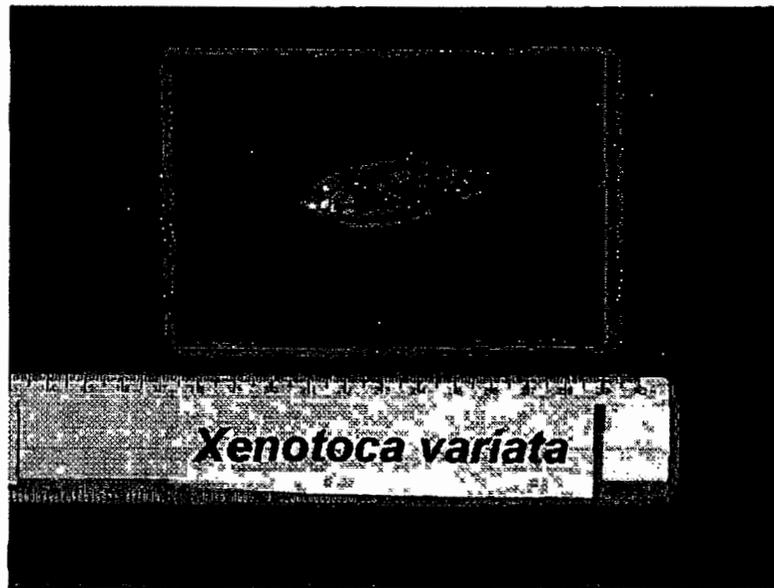


Figura 3. *Xenotoca variata* Bean 1887.

Los parásitos Ergasilidos.

Los ergasilidos son una gran familia de copépodos parásitos pertenecientes al suborden Poecilostomatoida. Este orden comprende 70 géneros y aproximadamente 140 especies, de los cuales más de 100 se encuentran en agua dulce y el resto en hábitats marinos o estuarios (Abdelhalim, Lewis & Boxshall 1993). Los ergasilidos muestran adaptaciones para el parasitismo, como las segundas antenas que están transformadas en órganos de sujeción (Abdelhalim, Lewis & Boxshall 1991).

El ciclo de vida es directo y únicamente las hembras son parásitas. Después del apareamiento, las hembras habitan las agallas o las cavidades nasales de diferentes hospederos, usualmente peces teleósteos. Las hembras pueden vivir cerca de un año en el hospedero, donde producen un par de sacos ovígeros donde incuban los primeros estados nauplios. Típicamente, se tienen seis estadios nauplio seguidos de cinco estadios copepoditos finalizando en un estado adulto para hembras y machos (Urawa, Muroga &

Kasahara 1980 a y b; Abdelhalim *et al.*, 1991). Los huevos están dispuestos en un par de ovisacos en varias hileras longitudinales.

Neoergasilus japonicus (Harada 1930) es un parásito que a diferencia de otros miembros de su propia familia, se fija preferentemente en las aletas y no en agallas, provocando pequeños desgarres con su aparato de fijación (antenas segundas, ver imagen 4). Se alimenta de la sangre y fluidos de su hospedero, provocando en casos extremos anemia y la muerte del pez. Son buenos nadadores y tienen una gran habilidad para cambiar de hospedero (Alston *et al.*, 1994).

Como órganos de fijación hacia el hospedero utilizan el segundo par de antenas las que se encuentran modificadas en forma de garra, la longitud del penúltimo artejo de las antenas segundas es el doble mayor que el ancho; poseen los cuatro primeros pares de patas torácicas, el cuerpo no es aplanado y esta segmentado, éste se estrecha hacia el extremo posterior, se caracteriza por el apéndice digitiforme propio de la familia y en que el último par de artejos de las antenas segundas es muy encorvado por el centro con lo que se transforma gradualmente en una garra larga y delgada; asimismo, por el lado exterior del primer artejo del exopodito del segundo y cuarto par de patas natatorias hay una espina cuya longitud no excede la mitad de la longitud del segundo (Prieto *et al.*, 1991).

El ciclo de vida de *N. japonicus* es similar al de los copépodos de vida libre excepto por que las hembras son parásitos fijándose a los peces, las hembras pueden producir de 14 a 29 pares de sacos ovíferos en pequeños intervalos de tiempo y producir de 1500 a 2000 huevos en total. Estos huevos liberan el primero de seis estados nauplio todos de vida libre. Los cambios estructurales (morfológicos) de los individuos de esta especie se suscitan cuando son libres nadadores. Posteriormente se dan cinco estados copepoditos y un estado final copépodo para hembras y machos, después del apareamiento los machos desaparecen (Urawa, Muroga & Kasahara 1980 a).

El tiempo de vida de una generación completa desde los huevecillos a la maduración sexual varia de siete a 21 días tomando en cuenta la temperatura. Las hembras pueden vivir fijas a un solo hospedero incluso por lapsos de un año (Urawa, Muroga & Kasahara 1990).

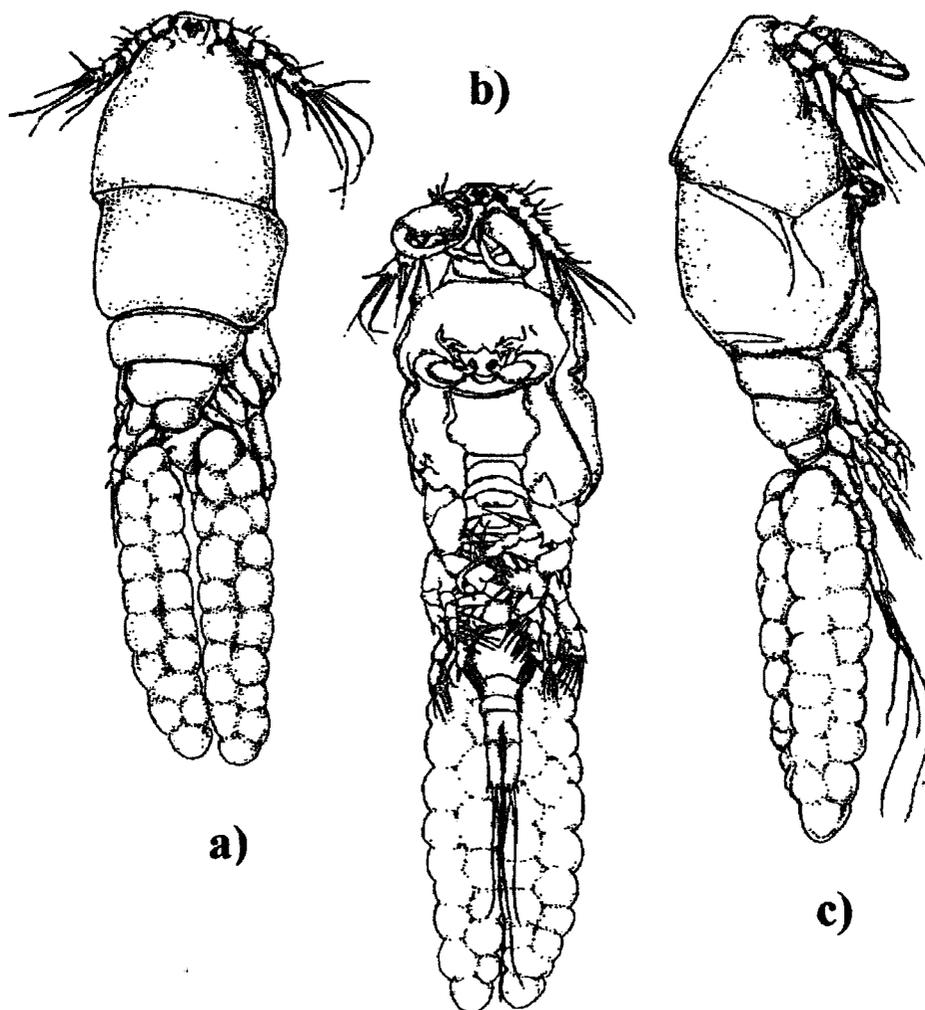


Imagen 4. *Neoergasilus japonicus*, hembra adulto tomado de Hayden y Rogers (1998): a) Vista dorsal; b) Vista ventral; c) Vista lateral.

2. OBJETIVOS

- Describir la variación estacional de las infestaciones de *N. japonicus* en *G. atripinnis* y *X. variata*, midiendo su abundancia, intensidad de infección promedio y prevalencia en la presa El Batán, en Querétaro.
- Determinar la distribución sobre el hospedero y la preferencia de sitio de fijación de *N. japonicus* en *G. atripinnis* y *X. variata*.
- Analizar la transferencia de *N. japonicus* en las especies nativas de peces *G. atripinnis* y *X. variata* en la presa de "El Batán" Querétaro.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboraron hojas de campo en las cuales quedaron registrados todos los datos pertenecientes al hospedero, localidad y características de los parásitos encontrados (Imagen 5).

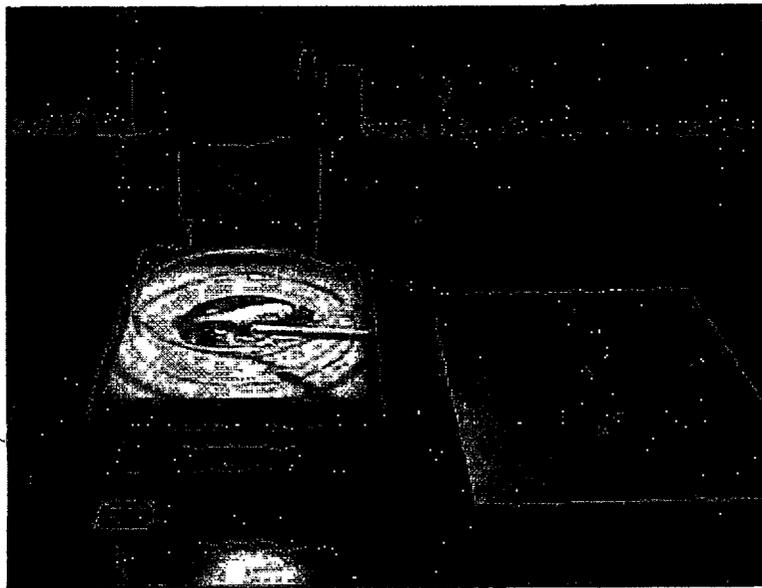


Imagen 5. Toma y registro de datos merísticos en goodeidos capturados en El Batán, Corregidora; Qro.

- **Actividades de campo.**

Colecta de ejemplares. Se efectuaron visitas mensuales durante un año a la presa de "El Batán". Los muestreos se iniciaron en agosto de 1997 y finalizaron en julio de 1998. Se colectaron 462 peces de dos especies nativas pertenecientes a la familia Goodeidae: *Goodea atripinnis* y *Xenotoca variata*. Para realizar la colecta se hizo uso de una red de cuchara (Imagen 6), los peces capturados se colocaron en bolsas de polietileno con un poco de agua del medio con el fin de evitar que los parásitos externos que se

desprendieran de su hospedero en el viaje de retorno al laboratorio, cada bolsa era sellada con una cinta elástica (Imagen 7).

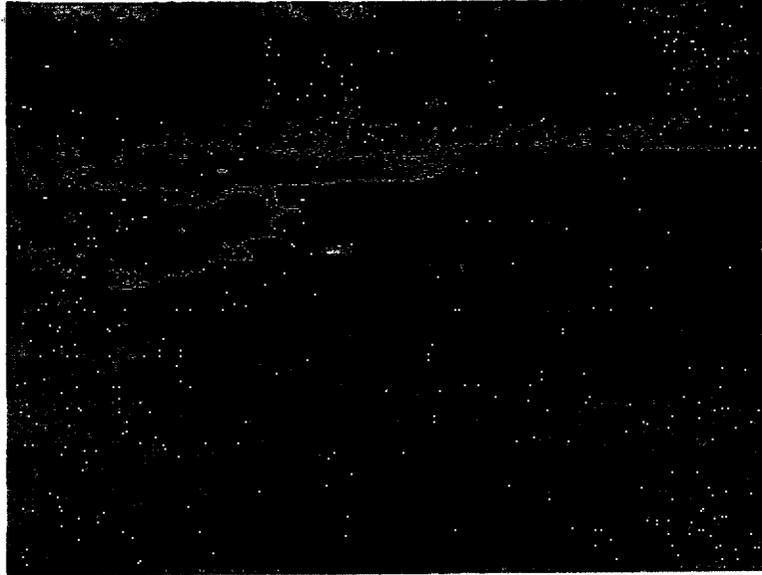


Imagen 6. Captura de peces con ayuda de la red de cuchara.

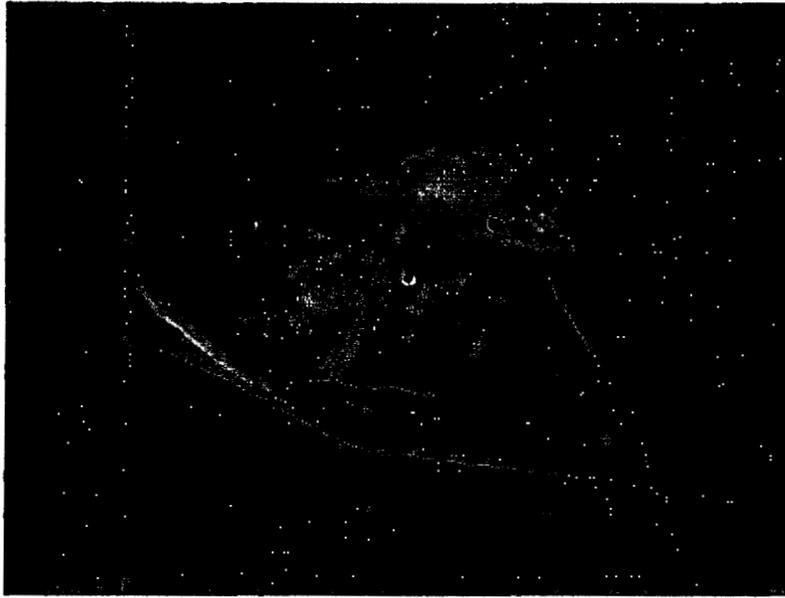


Imagen 7. Goodeido capturado y trasladado al laboratorio en bolsa de polietileno con agua del medio.

• **Metodología de laboratorio.**

Análisis externo de especímenes. Los peces fueron descerebrados. Posteriormente, se colocaron en cajas de Petri con un poco de agua del medio. Los peces fueron examinados con un microscopio estereoscopio, con un par de agujas de disección y un pincel de cerdas finas. Se revisaron los tejidos y órganos externos de los peces cuidadosamente, incluyendo: las aletas pectorales, pélvicas, anal, dorsal y caudal, además de los opérculos, ojos, boca y cavidades. Todos los parásitos externos encontrados eran colectados y todos los copépodos fueron fijados en una solución de alcohol al 70%, con excepción de *Lernea* sp. Para facilitar la separación de los copépodos adheridos al tejido fueron rociados con alcohol al 96% para inmovilizarlos y desprenderlos con ayuda de las agujas de disección o el pincel, en algunos otros casos se utilizó una pipeta Pasteur para trasladarlos a la solución fijadora (Imagen 8).

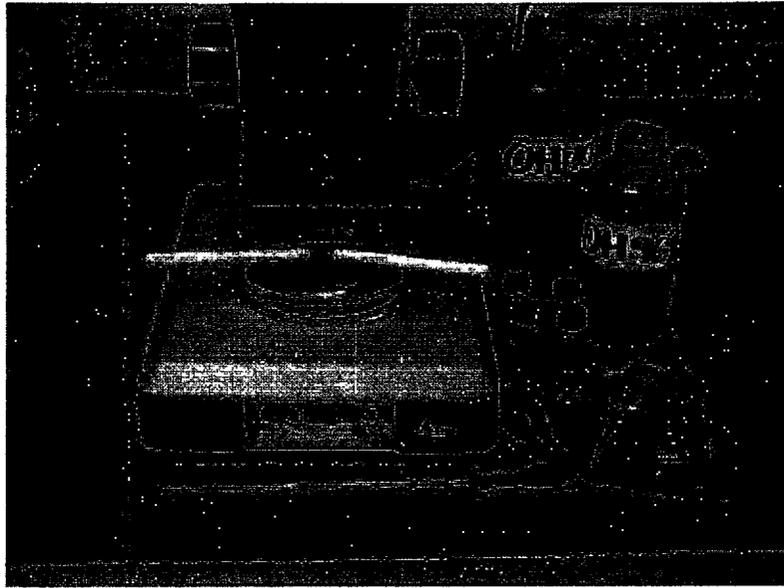


Imagen 8. Examen externo del hospedero, desprendimiento y fijación de copépodos con alcohol.

Posteriormente, los opérculos fueron retirados y con ayuda de pinzas y tijeras de disección los arcos branquiales desprendidos y colocados en una caja de Petri con una solución salina al 0.75%. Las branquias fueron separadas y colocadas en orden y al igual que en el examen externo se hizo uso de un microscopio estereoscópico, un par de agujas de disección y un pincel. Los copépodos encontrados se fijaron en alcohol al 70% para su posterior identificación (Harding, 1950).

Después de haber sido desalojados los peces de la bolsa de polietileno, el agua que contenían dichas bolsas fue vertida en cajas de Petri y revisada con ayuda de un microscopio estereoscópico. Los copépodos en esta agua fueron capturados con pipetas Pasteur y fijados de igual forma que en los exámenes externo e interno.

Para la identificación de los copépodos, estos fueron aclarados con una técnica basada en alcohol y ácido láctico de la siguiente manera. Se introdujeron a: 1) una solución de alcohol al 90%, 2) una solución de ácido láctico al 25% y 3) una solución de

ácido láctico al 50% (Imagen 9). Cada paso se prolongó por un tiempo aproximado de 10 min. Posteriormente, los copépodos fueron colocados en un portaobjetos excavado, con unas gotas de la última solución de aclaramiento y cubierto por un cubreobjetos. Las preparaciones eran observadas e identificadas. Por último todos los copépodos eran regresados por el tren de aclaramiento hasta llegar a alcohol al 70%, para su almacenamiento (Harding, 1950).



Imagen 9. Tren de almacenamiento e identificación de los copépodos.

- **Análisis de datos.**

Para el análisis de los datos obtenidos se emplearon los índices ecológicos propuestos por Margolis *et al.* (1982).

Prevalencia. Es un índice para establecer la fracción de hospederos parasitados por una especie de parásito en particular en una población de hospederos y se obtiene de la relación entre los hospederos infectados y hospederos examinados en términos de porcentaje.

Intensidad de infección. Está determinada por un intervalo que considera el número menor y mayor encontrados en un hospedero en particular.

Intensidad promedio. Índice que establece el grado de infección de una especie de parásitos en los hospederos infectados y se obtiene de la relación del número de parásitos de una especie en particular entre el número de hospederos infectados

Abundancia. Es el grado de infección de una especie en particular en la población de hospederos y es el resultado de la relación entre el número de parásitos encontrados de una especie entre el número de los hospederos examinados.

Parámetros estadísticos. Para determinar si había variaciones significativas en la prevalencia de las infropoblaciones de *N. japonicus* se recurrió a una prueba de (G) de Sokal y Rholf (1981) considerando tanto mes como la estación del año. La abundancia e intensidad promedio de los parásitos en los goodeidos estudiados se analizó con una prueba de Kruskal-Wallis. Para establecer la preferencia que los parásitos presentan para fijarse a determinado hospedero en relación con su peso o talla se hizo uso de una prueba de X^2 . Para determinar si existe alguna afinidad por fijarse a un hospedero de acuerdo con su sexo se utilizó una prueba de X^2 . Estas pruebas se usaron para ambas especies de hospederos, con un valor de significancia de 0.05 (Sokal y Rholf, 1981).

Para establecer cómo un factor ambiental (temperatura) influye en los patrones de cada especie se hizo uso de la prueba de correlación de Spearman.

Para analizarla preferencia de sitio que presentó *N. japonicus* para fijarse en el hospedero éste fue clasificado en 12 zonas superficiales diferentes establecidas como: ano, aleta anal, aleta caudal, aleta dorsal, aletas pectorales, aletas pélvicas, branquias (en estos últimos se dividieron en I, II, III o IV arcos branquiales), dorso anterior (abarcando la parte dorsal desde la boca hasta donde inicia la aleta dorsal), dorso posterior (abarcando la parte dorsal desde donde termina la aleta dorsal hasta el inicio de la aleta caudal), opérculos, ventral anterior (abarcando la parte ventral desde la boca hasta donde inicia la aleta anal) y ventral posterior (abarcando la parte ventral desde donde termina la aleta anal hasta el inicio de la aleta caudal); en cada caso se especificó en que lado (izquierdo o derecho) se encontró la unión del parásito con el hospedero.

4. RESULTADOS

Se capturaron 462 peces a lo largo del periodo de colecta de ambas especies nativas, 312 individuos de *Goodea atripinnis* y 150 de *Xenotoca variata*, del total de las dos especies de peces, cerca del 25% se encontró infectado por *Neogergasilus japonicus* (Tabla 1).

Tabla I. Resumen de los datos de colecta.

Número de individuos				
PECES	Peces colectados	Peces infectados	Total <i>N. japonicus</i>	Media
<i>Goodea atripinnis</i>	312	37	194	0.622
<i>Xenotoca variata</i>	150	74	406	2.70

Hospedero: *Goodea atripinnis*.

Relación entre *N. japonicus* y el peso del hospedero

Se examinaron un total de 312 individuos de *G. atripinnis*. El peso total de los ejemplares osciló entre 0.09 g y 8.59 g, los cuales fueron agrupados en diez clases de peces (Tabla 2). Del total, 239 individuos (70%) de los hospederos examinados tuvieron un peso menor a 1g. La prueba de X^2 utilizada muestra que los parásitos sí poseen preferencia por fijarse a su hospedero tomando en cuenta el peso ($X^2 = 121.20$, $df = 9$, $p > 0.001$).

Tabla 2. Niveles de infección de *Neoergasilus japonicus* en las categorías de peso (g) de *Goodea atripinnis*.

Peso (g) del hópsero	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia \pm D. S.	Intensidad \pm D. S.
0.09-0.99	239	9 (0.04%)	11	3.76	0.04 \pm 0.24	1.22 \pm 0.44
1.00-1.90	47	7 (0.15%)	21	14.89	0.44 \pm 1.63	3.00 \pm 3.41
1.91-2.81	5	3 (0.60%)	10	60.00	2.00 \pm 2.44	3.33 \pm 2.30
2.82-3.72	6	6 (100%)	43	100	7.16 \pm 6.73	7.16 \pm 6.73
3.73-4.63	3	2 (0.66%)	5	66.66	1.66 \pm 2.08	2.50 \pm 2.12
4.64-5.54	1	0	0	0	0	0
5.55-6.45	3	2 (0.66%)	11	66.66	3.66 \pm 5.50	5.50 \pm 6.36
6.46-7.36	3	3 (100%)	27	100	9.00 \pm 6.00	9.00 \pm 6.00
7.37-8.27	3	3 (100%)	33	100	11.0 \pm 7.93	11.0 \pm 7.93
8.28-9.18	2	2 (100%)	33	100	16.5 \pm 3.53	16.5 \pm 3.53

Relación entre *Neoergasilus japonicus* y la longitud total (Lt) del pez.

Se encontraron peces con longitudes que variaron desde 17 mm hasta 89 mm y estos fueron agrupados en diez clases. El 90% de los peces quedaron dentro de las primeras cuatro clases, es decir, la gran mayoría de los peces capturados tienen un tamaño menor de 49 mm. En contraste con el análisis de la relación del parásito con el peso de *G. atripinnis*, sí es posible notar un patrón que nos indica que hay una tendencia por el copépodo para poblar a los peces de mayor talla (Tabla 3). En este caso la prevalencia presentó una marcada tendencia a incrementarse conforme al aumento de la talla del pez (Figura 1). La prueba de X^2 utilizada muestra que los parásitos poseen

preferencia por fijarse a su hospedero tomando en cuenta el peso ($X^2 = 126.09$, $df = 9$, $p > 0.001$).

Tabla 3. Niveles de infección de *Neogásilus japonicus* en las categorías de longitud total (Lt) de *Goodea atripinnis*.

Lt (mm)	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia \pm D. S.	Intensidad \pm D. S.
17-24	58	2	3	3.44	0.05 \pm 0.29	1.50 \pm 0.70
25-32	84	2	2	2.38	0.02 \pm 0.15	1.00 \pm 1.00
33-40	94	5	6	5.31	0.06 \pm 0.28	1.20 \pm 0.44
41-48	42	4	17	9.52	0.40 \pm 1.71	4.25 \pm 4.27
49-56	10	4	6	40.00	0.60 \pm 0.84	1.50 \pm 0.57
57-64	9	8	51	88.88	5.66 \pm 5.97	6.37 \pm 5.97
65-72	5	4	22	80.00	4.40 \pm 4.03	5.50 \pm 3.69
73-80	6	4	29	66.66	4.83 \pm 6.24	7.25 \pm 6.44
81-88	3	3	44	100	14.6 \pm 8.38	14.6 \pm 8.38
89-96	1	1	14	100	14.0 \pm 0	14.0 \pm 0

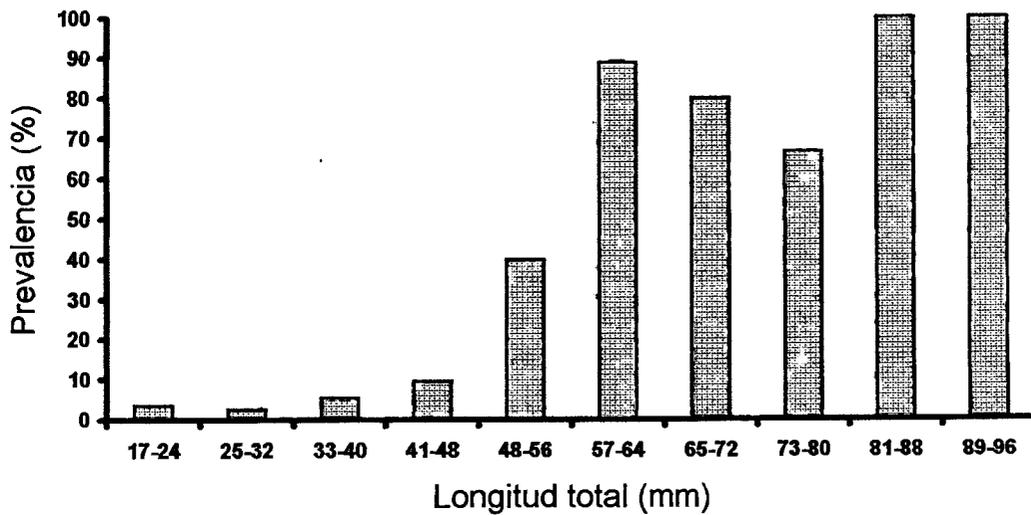


Figura 1. Variación de la prevalencia de *Neogergasilus japonicus* con respecto a la talla de *Goodea atripinnis*.

Relación entre *Neogergasilus japonicus* y el sexo del pez

La proporción sexual de los 312 individuos de *G. atripinnis* colectados fueron: 20.19% machos, 35.57% hembras y 44.24% juveniles (individuos con ausencias de gónadas y gonopodio para impide designarlo como hembra o macho).

De acuerdo a la prueba de X^2 aplicada en este caso se puede establecer que sí existe una diferencia significativa que haga suponer que los parásitos tienen cierta preferencia para el sexo de su hospedero ($X^2 = 10.91$, $df = 2$, $p > 0.01$) (Tabla 4).

Tabla 4. Niveles de infección de *Neogasilus japonicus* y sexo de *Goodea atripinnis*.

Sexo	Hospederos colectados	Hospederos colectados sin <i>N. japonicus</i>	Hospederos colectados con <i>N. japonicus</i>
Machos	63	48	15 (23.81%)
Hembras	111	98	13 (11.71%)
Juveniles	138	129	9 (6.52%)

Relación entre *Neogasilus japonicus* y edad del pez.

La proporción de edad en los 312 individuos de *G. atripinnis* colectados fueron: 55.77% adultos y 44.23% juveniles.

De acuerdo a la prueba de X^2 aplicada en este caso se puede establecer que sí existe una diferencia que haga suponer que los parásitos tienen cierta preferencia por el sexo de su hospedero ($X^2 = 5.94$, $df = 1$, $p > 0.05$) (Tabla 5), tomando en cuenta únicamente peces adultos.

Tabla 5. Niveles de infección de *Neoergasilus japonicus* y edad de *Goodea atripinnis*.

Edad	Hospederos colectados	Hospederos colectados sin <i>N. japonicus</i>	Hospederos colectados con <i>N. japonicus</i>
Adultos	174	146	28 (16.09%)
Juveniles	138	129	13 (9.42%)

Variación mensual de los promedios de infección de *N. japonicus* en goodeidos.

La prevalencia de los parásitos en *G. atripinnis* durante el periodo de estudio es muy variable. Hubo tres meses donde se pueden observar que hay variaciones bruscas ya que existen tres meses en los que la prevalencia da cero (noviembre, diciembre y marzo), se puede decir que existe un patrón en el que la prevalencia tiende a aumentar hacia los últimos meses de abril-julio (Figura 2). La prueba de G de Sokal y Rohlf (1981) demuestra que existe una diferencia significativa en la densidad del huésped para fijarse a su hospedero durante el ciclo de muestreo ($\chi^2 = 149.48$, $df = 11$, $p > 0.05$).

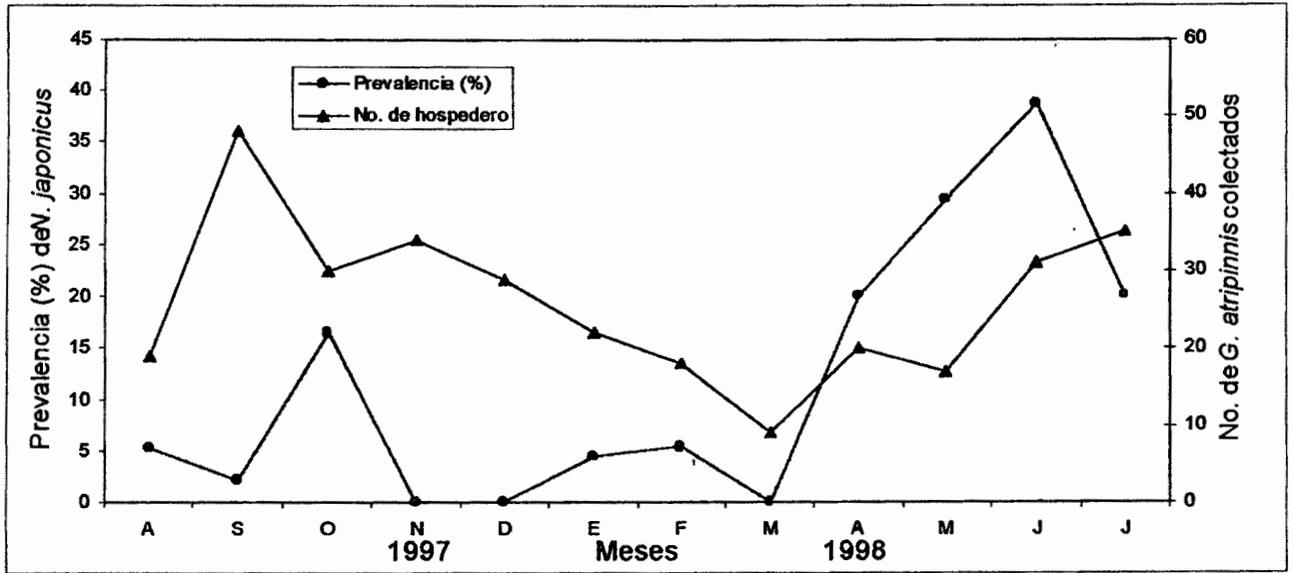


Figura 2. Variación anual de la prevalencia de *Neoergasilus japonicus* en *Goodea atripinnis* en la presa de "El Batán", durante el ciclo agosto de 1997 a julio de 1998.

Variación de la intensidad de infección promedio por estación del año.

La intensidad de infección por estación para *G. atripinnis*, fue un poco mayor de cinco parásitos por pez época de lluvias, y este valor disminuyó para la época de secas, a un parásito por hospedero infectado (Tabla 6).

Tabla 6. Variación de intensidad de infección de *Neogasilus japonicus* en *Goodea atripinnis* entre las estaciones de lluvias y estiaje en el ciclo agosto de 1997 a julio de 1998 en la presa "El Batán".

EPOCA	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia ± D. S.	Intensidad ± D. S.
Lluvias	180	31	182	17.22	1.01 ± 3.07	5.87 ± 6.05
Estiaje	132	6	12	4.54	0.09 ± 0.59	2.00 ± 1.54

La prueba de Kruskal-Walis muestra una variación significativa para $p > 0.05$

Variación mensual de la abundancia.

Los valores de abundancia mensual de *N. japonicus* en *G. atripinnis* se comportan de forma similar, desde el inicio de las capturas y hasta el mes de abril estos valores son muy cercanos a cero, incluyendo octubre, febrero y abril, que no sobrepasan un valor mayor a 0.3, en los últimos tres meses la abundancia rebasó valores de 1 (Figura 3).

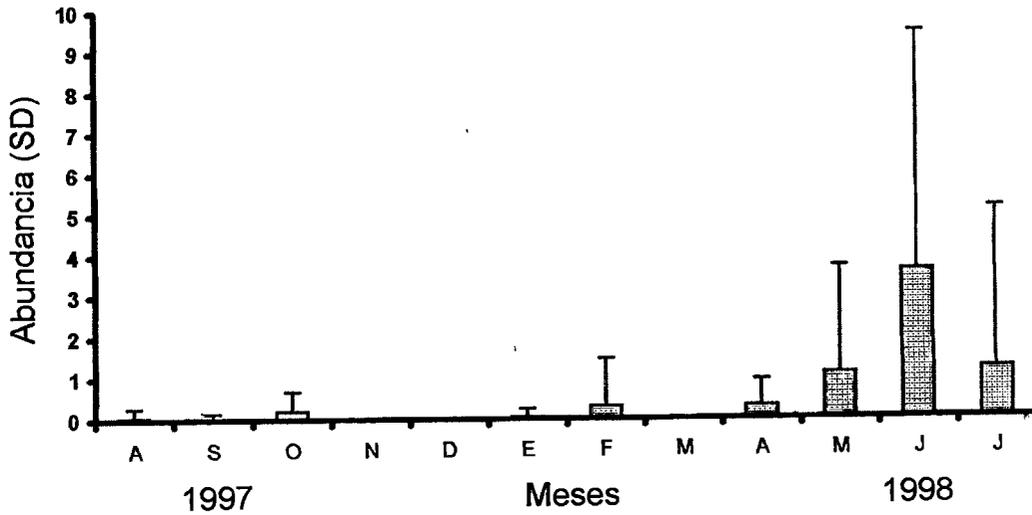


Figura 3. Valores de abundancia mensual de agosto de 1997 a julio de 1998 de *Neoergasilus japonicus* en *Goodea atripinnis*, capturados en la presa "El Batán" Querétaro, México.

Variación de los parámetros de infección por estación del año.

De un total de individuos examinados de esta especie, 57.69% fue colectado en la época de lluvias, el restante 42.31% hospederos fueron colectados y examinados en la época de estiaje. Se observó que el parásito posee mayor prevalencia durante la época de lluvias que la temporada de estiaje. Para este caso la prueba de G (Sokal y Rohlf, 1981) muestra que la variación es significativa ($X^2 = 7.14$, $df = 1$, $p > 0.05$) (Tabla 7).

Tabla 7. Prevalencia de *Neoergasilus japonicus* en *Goodea atripinnis* durante las estaciones de lluvias y estiaje.

EPOCA	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia ± D. S.	Intensidad ± D. S.
Lluvias	180	31	182	17.22	1.01 ± 3.07	5.87 ± 6.05
Estiaje	132	6	12	4.54	0.09 ± 0.59	2.00 ± 1.54

Variación mensual de la intensidad de infección.

La intensidad de infección presentada por el parásito en los meses de muestreo se mostró en forma irregular, de agosto de 1997 a septiembre del mismo año los valores obtenidos fueron prácticamente estables, se encontraron en una intensidad promedio de 1 a 1.20 parásitos por pez, posteriormente en noviembre y diciembre estos valores descendieron a cero para volver a incrementarse, a partir del mes de enero los valores de intensidad de infección aumentaron teniendo su máximo valor en el mes de junio en donde se encontraron 9.3 parásitos por pez; en la figura 4 se puede observar un patrón en el cual aumenta la intensidad de infección hacia la última mitad del ciclo de muestreo.

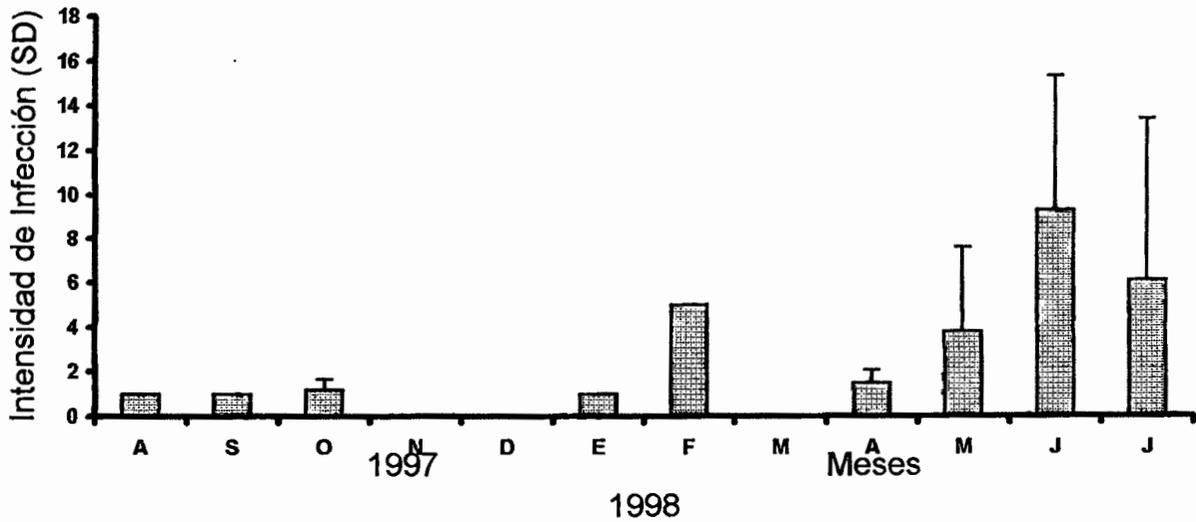


Figura 4. Variación mensual de la de intensidad de infección promedio de *Neoergasilus japonicus* en *Goodea atripinnis* capturados de agosto de 1997 a julio de 1998 en la presa "El Batán" Querétaro, México.

Abundancia por estación del año.

Para el caso del análisis de la variación de abundancia por estación del año se aprecia un patrón el cual muestra una tendencia del parásito por fijarse a su hospedero en determinada época del año, ya que la diferencia en el valor de la abundancia por estación para la época de lluvias y de secas resulta ser considerable, se registró un valor de 1.01 en el caso de lluvias y 0.09 en el de secas siendo la diferencia de 0.92, por lo que se puede decir que para *N. japonicus* el establecimiento en *G. atripinnis* se relaciona de forma directa con la época del año en que se realice la fijación del parásito al hospedero (Tabla 7).

RELACIÓN CON TEMPERATURA AMBIENTE Y VOLUMEN DEL EMBALSE

El periodo comprendido de agosto de 1997 a julio de 1998 se caracterizó por una ausencia prolongada de precipitaciones pluviales, durante el año de muestreo el cuerpo de agua visitado disminuyó notablemente su nivel, se cuenta con datos de las observaciones climatológicas realizadas por la Comisión Nacional de Agua que muestran que en el primer mes la capacidad máxima promedio de almacenamiento fue de 774 millones de metros cúbicos para agosto de 1997, mientras que para el mes de junio del año siguiente este valor descendió a su mínimo alcanzando 251 millones de metros cúbicos, para el último mes tubo una recuperación de 146 millones de metros cúbicos. La temperatura media registrada muestra que los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio resultaron los más calurosos (Tabla 8).

Tabla 8. Comportamiento del embalse; volumen del embalse y temperatura a las 8:00 hrs. de agosto de 1997 a julio de 1988, en la presa "El Batán" Querétaro, México (Datos proporcionados por la Comisión Nacional de Aguas).

MES	elevación del embalse (m)	volumen del embalse (millones m ³)	temperatura media (°C)
Ago. (97)	1885 81	0 744	20.00
Sep. (97)	1885 00	0 607	19.60
Oct. (97)	1884 60	0 574	18.20
Nov. (97)	1882 90	0 440	16.40
Dic. (97)	1882 82	0 431	13.30
Ene. (98)	1882 52	0 407	12.90
Feb. (98)	1882 67	0 417	23.31
Mar. (98)	1882 10	0 373	24.89
Abr. (98)	1881 57	0 331	28.48
May. (98)	1880 74	0 264	31.50
Jun. (98)	1880 58	0 251	22.60
Jul. (98)	1882 40	0 397	20.40

Para establecer una relación más clara de cómo el factor temperatura ambiental influyó en los patrones de cada especie se hizo uso de la prueba de correlación de Spearman para el caso de *G. atripinnis* y *X. variata*, donde los parámetros tomados en cuenta fueron la capacidad del embalse en millones de metros cúbicos, la temperatura media del cuerpo de agua, la prevalencia y la intensidad de infección.

Goodea atripinnis.

Los peces de mayor talla fueron más frecuentes en los meses más calurosos, es en esta temporada (época de lluvias) en donde prácticamente todos los parámetros de infección se ven incrementados; para los registros mensuales de prevalencia se ve una tendencia a aumentar en los meses de febrero a julio exceptuando marzo en donde el número de hospederos se redujo a nueve y el número de parásitos encontrados es cero, la abundancia muestra un ligero aumento iniciando en el mes de abril, alcanzando su máximo para junio y descendiendo a la mitad en julio, con respecto a la intensidad de infección ésta aumenta constantemente de abril a junio y disminuye un tercio en julio (Tabla 9). Para el caso de la cuantificación de los parámetros de infección por estación la prevalencia es de 17.22 en época de lluvias y disminuye para la época de secas hasta 4.54, lo mismo sucede para la abundancia la cual en su máximo valor es igual a 1.01 y su mínimo es de 0.9; en cuanto a la intensidad los valores presentan la misma tendencia para lluvias cuenta con un valor de 5.87 disminuyendo en época de secas a 2.00.

El coeficiente de correlación de Spearman (Tabla 10) demuestra que hay una relación lineal entre la abundancia y la prevalencia con la variación del volumen del cuerpo de agua, ya que estos parámetros de infección aumentan a medida que el embalse disminuye en su volumen, además, la prevalencia aumenta a medida que lo hace la temperatura; intensidad de infección aumenta cuando el volumen del agua contenido en el embalse desciende.

Tabla 9. Variación mensual de los parámetros de infección de *Neoergasilus japonicus* en *Goodea atripinnis* durante el ciclo agosto 1997 a julio de 1998 en la presa "El Batán", Querétaro México.

MES	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia ± D. S.	Intensidad ± D. S.
Ago. (97)	19	1	1	5.26	0.05 ± 0.22	1.00 ± 0
Sep. (97)	48	1	1	2.08	0.02 ± 0.14	1.00 ± 0
Oct. (97)	30	5	6	16.66	0.20 ± 0.48	1.20 ± 0.44
Nov. (97)	34	0	0	0	0	0
Dic. (97)	29	0	0	0	0	0
Ene. (98)	22	1	1	4.54	0.45 ± 0.21	1.00 ± 0
Feb. (98)	18	1	5	5.55	0.27 ± 1.17	5.00 ± 0
Mar. (98)	9	0	0	0	0	0
Abr. (98)	20	4	6	20.00	0.30 ± 0.65	1.50 ± 0.57
May. (98)	17	5	19	29.41	1.11 ± 2.61	3.80 ± 3.83
Jun. (98)	31	12	112	38.70	3.61 ± 5.88	9.33 ± 6.02
Jul. (98)	35	7	43	20.00	1.22 ± 3.95	8.60 ± 7.31

Tabla 10. Coeficiente de correlación de Spearman en el caso de *Goodea atripinnis* tomando en cuenta la abundancia, intensidad de infección, prevalencia, temperatura ambiente y la capacidad de volumen de la presa,

Coeficiente de correlación de Spearman				
	Abundancia	Capacidad	Intensidad	Prevalencia
Capacidad	0.6127	-	-	-
Intensidad	0.9000	- 0.5636	-	-
Prevalencia	0.9059	- 0.5644	0.9267	-
Temperatura	0.3521	- 0.6154	0.4965	0.5503

Preferencia de sitio de *Neogasilus japonicus* en el hospedero.

Neogasilus japonicus tuvo una tendencia por alojarse en la parte media de los peces de *G. atripinnis* observados. Se colectaron un total de 194 individuos de *N. japonicus*, de ellos el 47.42% fue desprendido de la aleta dorsal. El segundo lugar de preferencia para unirse al pez fue la aleta anal con un total de 39.69%. El resto de los parásitos fue localizado en nueve sitios diferentes con menos de 5% en el agua del medio, obteniendo el restante 12.89% (Figura 5).

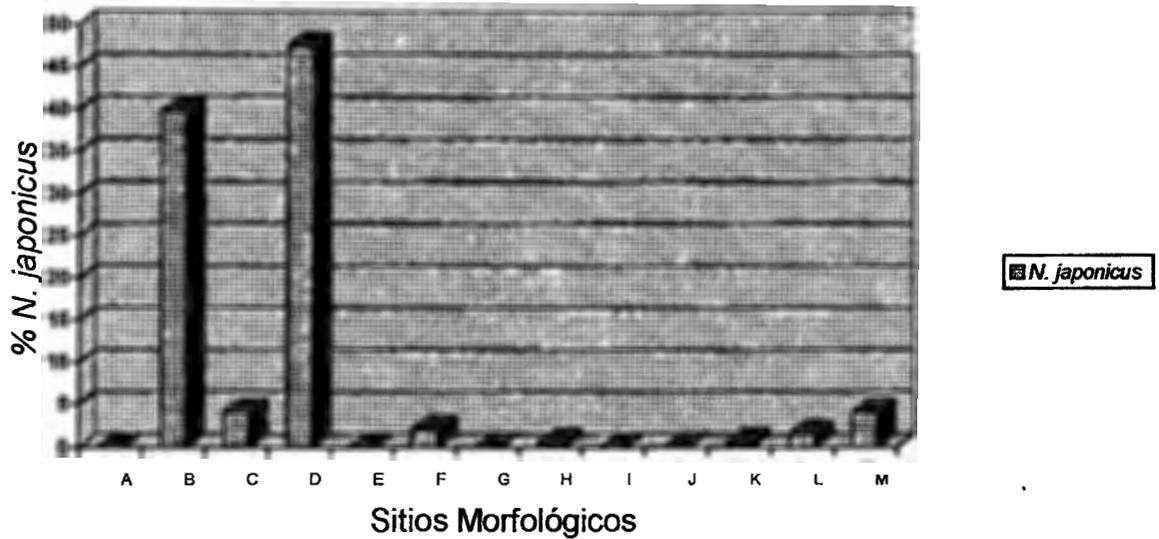


Figura 5. Preferencia de sitios de *Neergasilus japonicus* en *Goodea atripinnis*, México. A, ano. B, aleta anal. C, aleta caudal. D, aleta dorsal. E, aletas pectorales. F, aletas pélvicas. G, branquias. H, parte dorsal anterior. I, parte dorsal posterior. J, opérculos. K, parte ventral anterior. L, parte ventral posterior. M, agua del medio.

CUANTIFICACIÓN DE LA TRANSFERENCIA.

Relación mensual de la Varianza/Media.

El índice de agregación (Varianza/Media) para *N. japonicus* sobre *G. atripinnis* indicó una dispersión al azar durante los meses de agosto hasta enero y alto índice de agregación, en los meses de febrero, mayo, junio y julio (Figura 6).

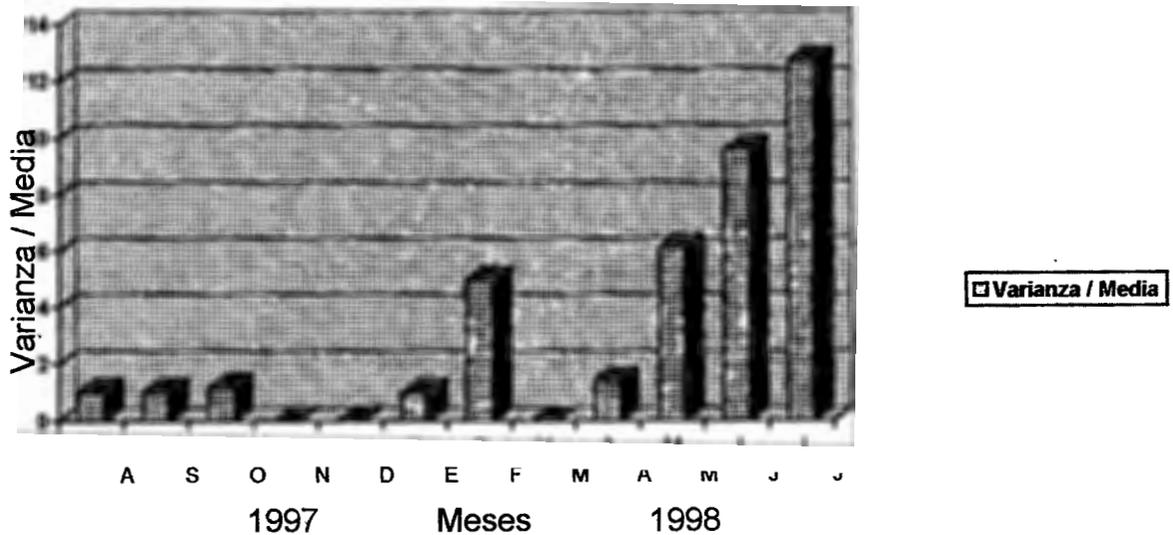


Figura 6. Relación de la Variación/Media mensual de *Neoergasilus japonicus* en *Goodea atripinnis*.

Hospedero: *Xerotoxa variata*.

Relación entre *N. japonicus* y el peso del hospedero

Se examinaron 150 individuos de *X. variata* de los cuales el peso fluctuó entre 0.09 g y 7.1 g. Esos fueron divididos en nueve clases, de los cuales el 40% de los individuos estuvieron ubicados en la primera clase y el restante 60% se encontraron distribuidos en las ocho clases restantes (Tabla 11). Los resultados sugieren una preferencia de *N. japonicus* por los peces de mayor peso. La prevalencia presentada por el parásito aumenta conforme los hospederos incrementen su peso. La prueba de X^2 muestra que sí existe preferencia de *N. japonicus* para fijarse a su hospedero tomando en cuenta su peso ($X^2 = 16.99$, $df = 8$, $p > 0.05$).

Tabla 11. Niveles de infección de *Neoergasilus japonicus* en las categorías de peso *Xenotoca variata*.

Peso (g)	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia \pm D. S.	Intensidad \pm D. S.
0.09-0.94	58	6 (0.10%)	7	10.34	0.12 \pm 0.37	1.16 \pm 0.44
0.95-1.80	26	14 (0.54%)	59	53.84	2.26 \pm 3.58	4.21 \pm 4.40
1.81-2.66	19	15 (0.79%)	91	78.94	4.78 \pm 4.14	6.06 \pm 3.71
2.67-3.52	16	13 (0.81%)	74	81.25	4.62 \pm 5.27	5.69 \pm 5.00
3.53-4.38	12	12 (100%)	109	100	9.08 \pm 13.4	9.08 \pm 13.4
4.39-5.24	10	7 (0.7%)	35	70.00	3.50 \pm 4.47	5.00 \pm 4.61
5.25-6.10	5	3 (0.60%)	18	60.00	3.60 \pm 4.92	6.00 \pm 5.19
6.11-6.96	3	3 (100%)	10	100	3.33 \pm 2.51	3.33 \pm 2.52
6.97-7.82	1	1 (100%)	3	100	3.00 \pm 0	3.00 \pm 0

Relación entre *Neoergasilus japonicus* y la longitud total (Lt) del pez.

Se formaron ocho clases de tamaño con los 150 individuos de *X. variata* en los cuales la longitud total varió entre 16 mm hasta 80 mm, los menores porcentajes en los que se encontraron peces fueron en la primera y en la última clase, la mayoría de los hospederos tenían una Lt mayor a 23 mm y menor a 73 mm (Tabla 12), La prueba de X^2 muestra que existe preferencia de *N. japonicus* para fijarse a su hospedero tomando en cuenta su peso ($X^2 = 32.44$, $df = 7$, $p > 0.05$).

Tabla 12. Niveles de infección de *Neogasilus japonicus* a categorías de talla (Lt) de *Xenotoca variata*.

Lt (mm)	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia \pm D. S.	Intensidad \pm D. S.
16-23	10	1	7	10.00	0.70 \pm 2.21	7.00 \pm 0
24-31	28	1	1	3.57	0.03 \pm 0.18	1.00 \pm 0
32-39	18	4	5	22.22	0.27 \pm 0.57	1.25 \pm 0.50
40-47	21	11	33	52.38	1.57 \pm 2.92	3.00 \pm 3.61
48-55	16	10	58	62.50	3.62 \pm 4.16	5.80 \pm 3.98
56-63	24	20	124	83.33	5.16 \pm 5.34	6.35 \pm 5.26
64-71	23	19	139	82.60	6.04 \pm 10.2	7.31 \pm 10.8
72-79	10	9	39	90.00	3.90 \pm 3.84	4.33 \pm 3.82

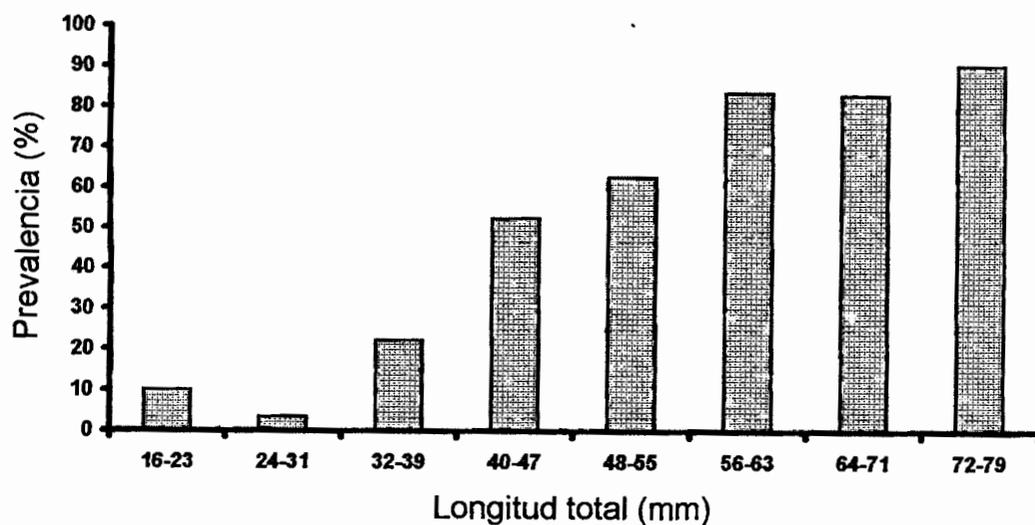


Figura 7. Valores de prevalencia de *Neogasilus japonicus* con respecto a la talla (Lt) de *Xenotoca variata*.

Relación entre *Neoergasilus japonicus* y el sexo del pez

La proporción de sexo de 150 individuos de *X. variata* fueron 46.66% identificados como machos, 20% resultaron ser hembras, el 6.66% de los hospederos fueron clasificados como juveniles tomando en cuenta la ausencia del gonopodio y de gónadas para machos y hembras respectivamente.

La prueba de X^2 muestra que sí existe una diferencia significativa que pueda indicar una preferencia del parásito para fijarse en un hospedero tomando en cuenta su sexo ($X^2 = 78.070$, $df = 2$, $p > 0.001$), (Tabla 13).

Tabla 13. Niveles de infección de *Neoergasilus japonicus* y sexo de *Xenotoca variata* colectados en la presa "El Batán", Querétaro, México de agosto de 1997 a julio de 1998.

Sexo	Hospederos colectados	Hospederos colectados sin <i>N. japonicus</i>	Hospederos colectados con <i>N. japonicus</i>
Machos	70	19	51 (72.86%)
Hembras	30	12	18 (60.00%)
Juveniles	50	45	5 (10.00%)

Relación entre *Neoergasilus japonicus* y el sexo del pez

La proporción de edad de 150 individuos de *X. variata* fueron 69.00% identificados como adultos y 5.00% resultaron juveniles tomando en cuenta la ausencia del gonopodio y de gónadas para machos y hembras respectivamente.

La prueba de X^2 muestra que sí existe una diferencia significativa que pueda indicar una preferencia del parásito para fijarse en un hospedero tomando en cuenta su edad ($X^2=23.51$, $df = 1$, $p > 0.001$), (Tabla 14).

Tabla 14. Niveles de infección de *Neoergasilus japonicus* y edad de *Xenotoca variata*.

Edad	Hospederos colectados	Hospederos colectados sin <i>N. japonicus</i>	Hospederos colectados con <i>N. japonicus</i>
Adultos	100	31	69 (69.00%)
Juveniles	50	45	5 (10.00%)

Variación mensual de los promedios de infección de *N. japonicus* en goodeidos.

El mayor número de ellos fue colectado entre los meses de febrero, marzo, abril y mayo (Figura 8), no se capturaron peces durante el mes de noviembre. Se puede observar un patrón el cual muestra que los parásitos fueron aumentando su prevalencia hacia el final del muestreo hasta llegar a alcanzar un 100% en el mes de julio. A igual que en el caso anterior la prueba de G de Sokal y Rohlf (1981) demuestra que existe una variación significativa ($X^2 = 137.99$, $df = 11$, $p > 0.05$).

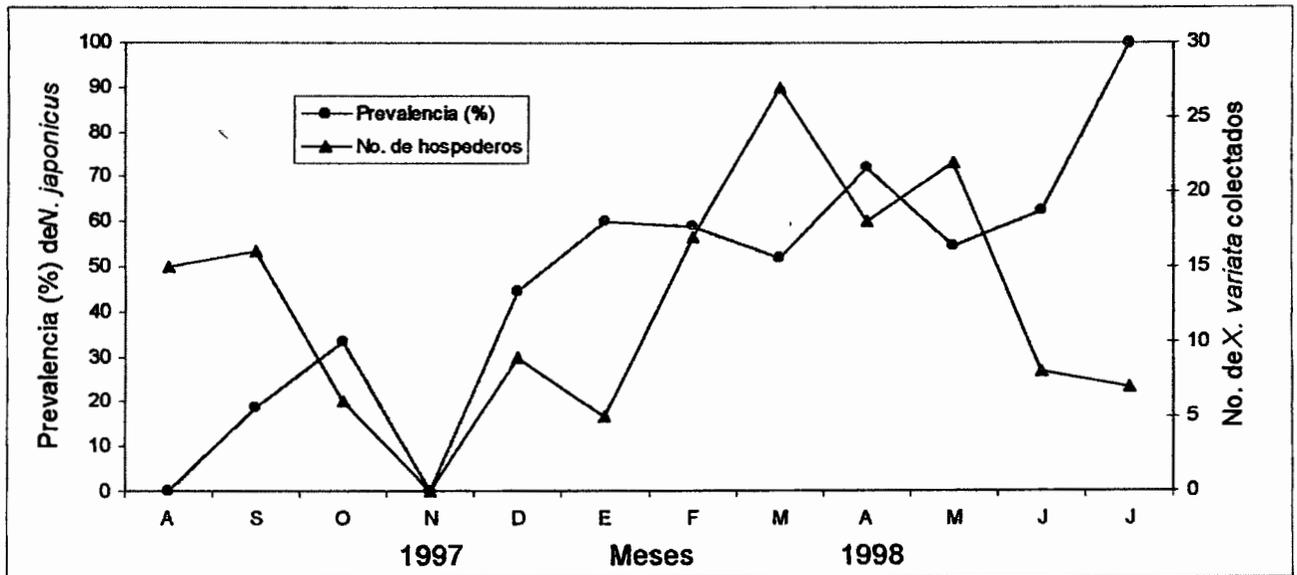


Figura 8. Variación anual de la prevalencia de *Neoergasilus japonicus* en *Xenotoca variata* en la presa de "El Batán", durante el ciclo agosto de 1997 a julio de 1998.

Variación de la intensidad de infección promedio por estación del año.

En cuanto a la intensidad de infección de *N. japonicus* en *X. variata*, se observa que en la época de lluvias el número de parásitos por pez es mucho mayor a 15, mientras que para el caso de secas este disminuye hasta llegar a un poco más de dos parásitos por hospedero infectado (Tabla 15), en esta especie existe un descenso mucho más marcado que para *G. atripinnis*, en este caso se observa una tendencia a disminuir en el número de parásitos por pez.

Tabla 15. Variación de intensidad de infección de *Neogasilus japonicus* en *Xenotoca variata* entre las estaciones de lluvias y estiaje en el ciclo agosto de 1997 a julio de 1998 en la presa "El Batán", en Querétaro.

EPOCA	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia \pm D. S.	Intensidad \pm D. S.
Lluvias	74	29	256	39.19	3.45 \pm 0	8.82 \pm 0
Estiaje	76	45	150	59.21	1.97 \pm 0	3.33 \pm 0

La prueba de Kruskal-Wallis no muestra una variación significativa para $p < 0.05$

Variación mensual de la abundancia.

La abundancia de *X. variata* muestra, en los primeros meses de muestreo el valor obtenido es menor a uno e incluso muy cercanos a cero, del mes de diciembre y hasta el de junio estos valores se fueron incrementando prácticamente sin variaciones significativas alcanzando su máximo en 10 para el último mes este parámetro descendiendo ligeramente dos puntos estableciendo su valor en ocho (Figura 9). En comparación con lo observado en *G. atripinnis* se puede establecer una semejanza, ya que es donde los valores de abundancia se ven incrementados de forma significativa.

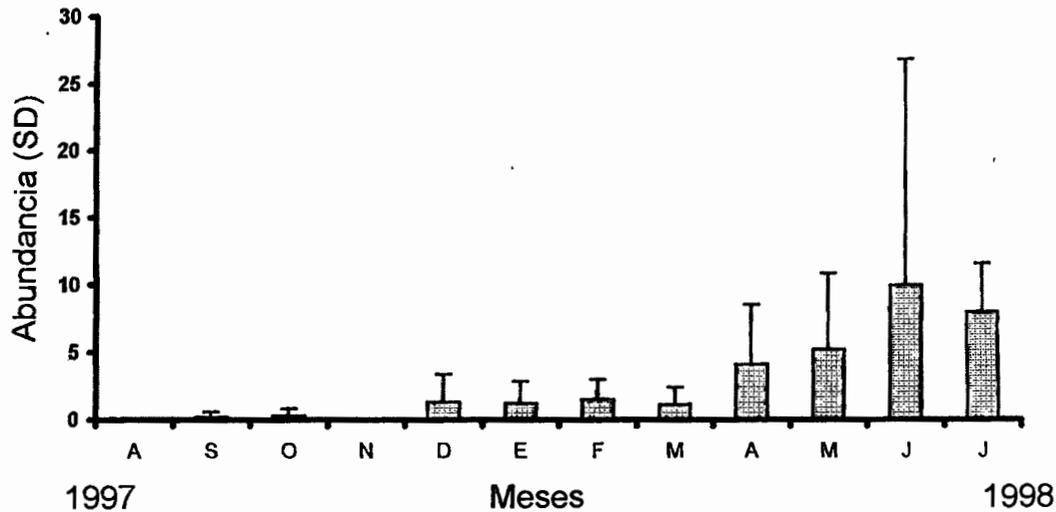


Figura 9. Valores de abundancia mensual de agosto de 1997 a julio de 1998 de *Neoergasilus japonicus* en *Xenotoca variata* capturados en la presa "El Batán" Querétaro, México.

Variación de los parámetros de infección por estación del año.

La colecta de *X. variata* tanto para épocas de lluvias como de secas fue muy semejante ya que prácticamente el 50% del total de los peces fue colectado en cada época, en la estación de lluvias se colectaron y analizaron 74 peces correspondientes al 49.3% del total de la muestra, para las secas el número de los hospederos resulto ser de 76 peces, siendo esto el 50.6% (ver Tabla 16); por los valores de prevalencia se puede observar una marcada tendencia por los copépodos hacia su hospedero sobre todo en época de secas, para el caso de lluvias la prevalencia mostrada por los parásitos resulto ser de 39.19% y para el caso de secas este aumento prácticamente en un 20% ya que el valor obtenido es de 59.21%. La prueba de G (Sokal y Rohlf, 1981) demuestra que sí hay variación en cuanto a la preferencia del copépodo por fijarse a su hospedero en una

determinada época p ($X^2 = 2.75$, $df = 1$, $p > 0.05$) por lo que hay heterogeneidad en el comportamiento de los parásitos.

Tabla 16. Prevalencia de *Neoergasilus japonicus* en *Xerotoca variata* durante las estaciones de lluvias y estiaje en la presa de "El Batán" durante el ciclo agosto de 1997 a julio de 1998.

EPOCA	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia \pm D. S.	Intensidad \pm D. S.
Lluvias	74	29	256	39.19	3.45 \pm 0	8.82 \pm 0
Estiaje	76	45	150	59.21	1.97 \pm 0	3.33 \pm 0

Variación mensual de la intensidad de infección.

Los valores de intensidad de infección mostrados por *N. japonicus* en *X. variata* a lo largo de todo un año (agosto de 1997 a julio de 1998) presentaron variaciones, los valores inician en cero para el primero y cuarto mes de muestreo, para septiembre y octubre los valores presentados son de un parásito por pez en ambos casos, para el mes de diciembre el valor de la intensidad de infección nuevamente se incrementa teniendo su máximo valor en el mes de junio con una intensidad de infección en 16 parásitos por pez (Figura 10).

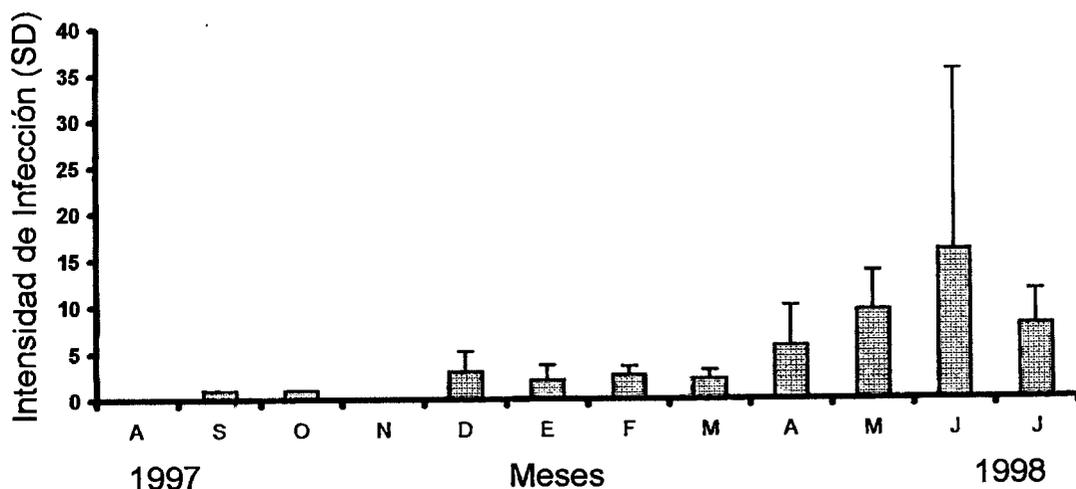


Figura 10. Variación mensual de la de intensidad de infección promedio de *Neogergasilus japonicus* en *Xenotoca variata* capturados de agosto de 1997 a julio de 1998 en la presa "El Batán" Querétaro, México.

Abundancia por estación del año.

Para el caso de este goodeido al igual que lo ocurrido con el otro hospedero los valores de abundancia obtenidos muestran un aumento en la época de lluvias con una marcada disminución para el periodo de secas, contrario a lo ocurrido en el caso de *G. atripinnis* se puede apreciar un patrón más marcado, ya que se cuenta con una diferencia de la variación de la abundancia entre una época y otra de 1.48, lo que indica que el parásito muestra cierta preferencia por fijarse a su hospedero en determinada estación del año, la diferencia de variaciones resulta muy significativa, ya que para la época de lluvias se registró un valor de 3.45 y para seca 1.97 (Tabla 16).

RELACIÓN CON TEMPERATURA AMBIENTE Y VOLUMEN DEL EMBALSE

El periodo en que efectuaron las colectas se vio afectado por una época de sequía prolongada en el que el cuerpo de agua visitado disminuyó el nivel de agua almacenado de junio de 1997 a julio de 1998 con un ligero repunte para el último (Tabla 8).

Para establecer una relación más clara de cómo el factor temperatura ambiental influyó en los patrones de cada especie se hizo uso de la prueba de correlación de Spearman para el caso de *G. atripinnis* y *X. variata*, donde los parámetros que fueron tomados en cuenta fueron la capacidad del embalse en millones de metros cúbicos, la temperatura media del cuerpo de agua, la prevalencia y la intensidad de infección.

La mayoría de los especímenes de *X. variata* resultaron ser de mayor talla y peso que los que se colectaron de *G. atripinnis*. En todos los meses fue posible encontrar peces de talla grande y al igual que en el caso del otro hospedero aumento el número de peces encontrados con mayores dimensiones en la época de lluvias. Para la prevalencia los valores encontrados son más bien tendientes a grandes alcanzan su máximo en el mes de julio, con excepción de los meses de agosto donde el valor es cero y noviembre donde no fue colectado un solo pez. La abundancia de *X. variata* baja durante los meses de diciembre a marzo, y su valor se elevó a un poco más del doble en los meses restantes. Se presentó un incremento paulatino durante junio y disminuyó en julio. En el caso de la intensidad de infección, se dio un incremento en forma discreta, disparándose a partir de abril hasta junio y descendiendo nuevamente en julio (Tabla 17). Los niveles de infección fueron menores en la época de lluvias con un promedio de 39.19 en contraste de 59.21 unidades durante la época de secas. Por el contrario, la abundancia aumentó en época de lluvias de 3.45 unidades y descendió a 1.97, por último la intensidad de infección muestra una tendencia semejante ya que su máximo fue de 8.82 unidades por mes en lluvias y 3.33 unidades como mínimo en secas.

La abundancia como la intensidad de infección se ven incrementadas con la disminución del volumen del embalse y ambos parámetros aumentan con el incremento de la temperatura (Tabla 18).

Tabla 17. Variación mensual de los parámetros de infección de *Neogasilus japonicus* en *Xenotoca variata* durante el ciclo agosto 1997 a julio de 1998 en la presa "El Batán", Querétaro México.

MES	Hospederos examinados	Hospederos infectados	No. de <i>N. japonicus</i>	Prevalencia (%)	Abundancia ± D. S.	Intensidad ± D. S.
Ago. (97)	15	0	0	0	0	0
Sep. (97)	16	3	3	18.75	0.18 ± 0.40	1.00 ± 0
Oct. (97)	6	2	2	33.33	0.33 ± 0.51	1.00 ± 0
Nov. (97)	0	0	0	0	0	0
Dic. (97)	9	4	13	44.44	1.33 ± 2.06	3.00 ± 2.61
Ene. (98)	5	3	6	60.00	1.20 ± 1.64	2.00 ± 1.73
Feb. (98)	17	10	26	58.82	1.52 ± 1.50	2.60 ± 0.96
Mar. (98)	27	14	31	51.85	1.14 ± 1.32	2.21 ± 0.97
Abr. (98)	18	13	74	72.22	4.11 ± 4.51	5.69 ± 4.36
May. (98)	22	12	115	54.54	5.22 ± 5.73	9.58 ± 4.14
Jun. (98)	8	5	80	62.50	10.0 ± 16.91	16.0 ± 19.50
Jul. (98)	7	7	56	100	8.00 ± 3.65	8.00 ± 3.65

Tabla 18. Coeficiente de correlación de Spearman en el caso de *Xenotoca variata* tomando en cuenta la abundancia, intensidad de infección, prevalencia, temperatura ambiente y la capacidad de volumen de la presa.

Coeficiente de correlación de Spearman				
	Abundancia	Capacidad	Intensidad	Prevalencia
Capacidad	- 0.8441	-	-	-
Intensidad	0.9772	- 0.8702	-	-
Prevalencia	0.6000	0.4939	0.5272	-
Temperatura	0.5009	0.6154	0.5544	0.3117

Preferencia de sitio de *Neogergasilus japonicus* en el hospedero.

Los patrones de fijación de *N. japonicus* en *X. variata* fueron semejante a lo registrado en *G. atripinnis*. El parásito tenía una preferencia por la parte media de *X. variata*, con mayor preferencia para la aleta dorsal, seguido por la aleta anal con un porcentaje de 57.38% y 24.13% individuos de *N. japonicus* respectivamente. El restante 18.31% de *N. japonicus* fue colectado en nueve sitios más incluyendo el agua del medio en donde fueron trasladados los peces vivos (Figura 11)

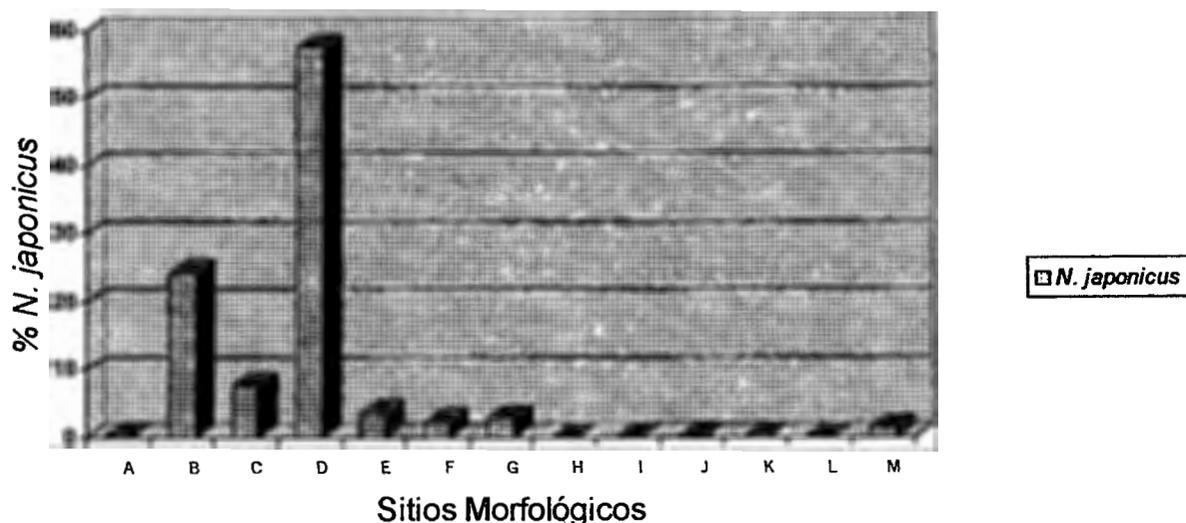


Figura 11. Preferencia de sitios de *Neoergasilus japonicus* para alojarse en *Xenotoca variata* capturados de agosto de 1997 a julio de 1998 en la presa "El Batán" Querétaro, México. A, ano. B, aleta anal. C, aleta caudal. D, aleta dorsal. E, aletas pectorales. F, aletas pélvicas. G, branquias. H, parte dorsal anterior. I, parte dorsal posterior. J, opérculos. K, parte ventral anterior. L, parte ventral posterior. M, agua del medio.

CUANTIFICACIÓN DE LA TRANSFERENCIA.

Relación mensual de la Varianza/Media.

El índice de agregación de *N. japonicus* sobre *X. variata* tuvo un patrón similar que con *G. atripinnis* ya que de agosto hasta marzo los valores indican una dispersión más al azar pero en los meses de abril a julio los parásitos estuvieron muy agregados sobre sus hospederos (Figura 12).

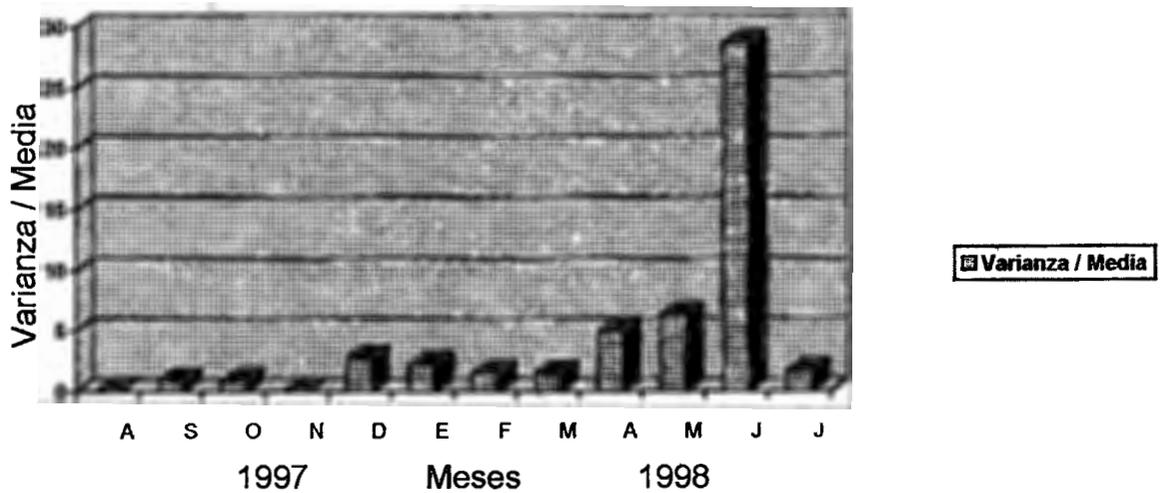


Figura 12. Relación de la Variación/Media mensual de *Neoergasilus japonicus* en *Xenotoca variata*.

ESPECIES DE PECES INFECTADOS POR *N. japonicus*.

Se registraron cuatro especies de peces *G. atripinnis*, *X. variata*, *Oreochromis niloticus* y *Chirostoma jordani*, los dos primeros casos pertenecen a una misma familia mientras que los dos restantes pertenecen a familias diferentes, el análisis parasitológico se realizó de igual forma para cada caso incluso para aquellos que no incluimos en el estudio, se pudo observar que la única especie no infectada por el ergasilido en las cavidades y superficie externa fue *C. jordani*.

5. DISCUSIÓN

La época de colecta del presente estudio fue un año excepcional. El ciclo en el que se efectuaron las colectas de campo se caracterizó por una larga época de sequías ya que de agosto de 1997 a julio de 1998 la presencia de precipitaciones pluviales fue nula y la temporada normal de la época de calor se vio acentuado, con lo que el comportamiento usual de la población del parásito en estudio se pudo ver afectada, ya que según Kennedy (1975), la temperatura del cuerpo de agua (determinada por la temperatura ambiental) puede ser importante en el comportamiento de las poblaciones de diferentes parásitos.

En el trabajo que se presenta, se puede observar que los parámetros de infección se encuentran relacionados con las condiciones climáticas, como la temperatura o el nivel del agua y la densidad de peces ya que en los meses más cálidos es donde se pudo observar un aumento en los parámetros de infección para las dos especies de hospederos, tanto para *G. atripinnis* como para *X. variata*, el factor temperatura puede ser uno de los más importantes, hay registros de ciclos de infecciones anuales de endoparásitos que son comunes como respuesta de la fluctuación de temperatura (Dogiel 1961, citado Tedla y Fernando 1969).

Sin embargo, el hecho de que los niveles de infección de *N. japonicus* en los godeidos estudiados se vean incrementados en los meses de mayor aumento de temperatura pudo verse favorecido por el hecho de que el cuerpo de agua disminuyó el nivel, con lo que los hospederos pudieron haberse encontrado más en contacto con las formas infectivas de los parásitos; sin olvidar que existen características propias de los parásitos como el reclutamiento, longevidad del estado infectivo y del adulto así como la maduración estacional que favorecen su presencia en el hospedero (Kennedy, 1975). Se requieren más estudios para determinar si la temperatura o disminución del nivel de agua es el factor más importante en la tasa de infección por *N. japonicus* y como interactúan.

Para las dos especies de hospederos estudiados, *G. atripinnis* y *X. variata* pudo observarse que los mayores valores de abundancia se encontraron en los peces adultos; el establecer la edad de los peces no es un parámetro fácil de determinar por lo que se

tomaron como base tanto la talla o longitud total (Lt), y el peso (g), para establecer a los peces más longevos además de tomar en cuenta la presencia del gonopodio y gonadas (en machos y hembras respectivamente) que nos ayudan distinguir a adultos de juveniles.

Los resultados obtenidos muestran que los peces que poseen una mayor abundancia de *N. japonicus* fueron aquellos de mayor peso (g), y longitud total (Lt), quedando excluidos los juveniles. El mayor número de *N. japonicus* se fija en los peces de mayor talla para *G. atripinnis* y en el caso de *X. variata* los individuos de talla media fueron los más afectados con la fijación de los copépodos sobre su piel. Los resultados obtenidos en el presente estudio apoyan las conclusiones de Dogiel (1964), cuando sugiere que la intensidad de infección y prevalencia de algunos parásitos puede verse favorecida conforme aumente la edad del hospedero. De acuerdo a Kennedy (1975) a mayor edad del hospedero hay una mayor superficie para la colonización, regulando con ello su tamaño poblacional, ya que los peces se encuentran más expuestos al foco de infección durante un mayor periodo de tiempo, debido a una mayor presencia en el medio, por lo que los peces de mayor talla poseerán un índice más elevado en cuanto a su prevalencia y abundancia de la infección. Abdelhalim (1990) menciona que los ergasíidos más específicamente *Ergasilus sieboldi*, incrementan su prevalencia e intensidad con la talla de su hospedero

Los resultados de parámetros de infección por sexo muestran una diferencia para fijarse a su hospedero, esos resultados son contrarios a los de Kennedy (1975), Hanek y Fernando (1978 a y b); el primero establece que las diferencias de infección entre hospederos de diferente sexo son poco comunes, Hanek y Fernando (1978 a) encontraron que la abundancia en poblaciones de parásitos capaces de colonizar las branquias (monogéneos) no muestra ninguna diferencia en cuanto al sexo del hospedero.

El sitio preferido por el copépodo para fijarse a su hospedero, fue la aleta dorsal, seguido por la fijación presentada en la aleta anal, la unión se efectúa con las segundas antenas del parásito en la base de la aleta en la parte posterior o final en donde la resistencia del agua es menor, el resto de la población de ergasíidos colectados fueron encontrados en las aletas pélvicas, pectorales, dorsal, en las branquias, en las regiones dorsal y ventral que a su vez fue dividida en anterior y posterior. Esos resultados son acordes con Hayden y Rogers (1998) quienes realizaron por primera vez estudios con

peces de América del Norte infectados con *N. japonicus* ellos registraron resultados semejantes en donde el copépodo demuestra en todos los casos una preferencia por fijarse en la parte media del pez. Esos autores efectuaron su investigación con peces colectados en Alabama, donde el primer lugar de fijación por el parásito en su hospedero es la aleta dorsal seguido por la aleta anal.

El número de ergasilidos encontrados en las branquias de los hospederos resulta mínimo, incluso en el caso de *G. atripinnis* no se encontraron en este sitio. Es probable que al igual que en el caso de la fijación en las aletas, la corriente del agua contra la que los parásitos se encuentran como la corriente en las branquias es más favorable para el parásito.

N. japonicus es un copépodo que al igual que todos los pertenecientes de la familia Ergasilidae es un excelente nadador, sin embargo, las hembras al llegar a su estado adulto se fijan a su hospedero. Nuestros datos sugieren que una vez establecido en su hospedero no se desprende fácilmente de él. Eso se concluyó debido a que el número de ergasilidos colectados en el agua del medio en que fueron trasladados los hospederos fue mínimo. Para *G. atripinnis* como para *X. variata* el porcentaje de *N. japonicus* que se desprendieron no resultó superior del 4% del total de *N. japonicus* encontrados. Esto coincide con lo establecido por Urawa, Muroga & Kasahara (1980) Abdelhalim *et al*; (1991), quienes mencionan que los ergasilidos son capaces de permanecer fijos en sus hospederos por lapsos mayores a un año, pero no establecen las posibles causas por las que se da la separación del parásito del cuerpo de sus hospederos. El hecho de haber establecido este procedimiento garantiza que los resultados de sitio de fijación obtenidos y las pruebas estadísticas llevadas a cabo son válidas, ya que los parásitos no abandonan a su hospedero aún cuando estos son sacados de su medio natural.

Se ha demostrado que *N. japonicus* es un parásito autógeno, ya que su ciclo de vida se efectúa completamente en el agua, sin hacer uso de hospederos intermedios. Es un parásito generalista ya que se cuentan con registros donde queda establecido el hecho de poder parasitar especies de peces exóticos, originarios de Asia y Europa (donde ya se tienen registros del parásito en esos peces; Fryer, 1982 y Mugridge, Stallybrass & Hollman 1982), y también se han encontrado alojados en peces nativos, como es el caso de *Goodea atripinnis* y *Xenotoca variata*.

En estudios anteriores efectuados en el estado de Querétaro se ha registrado a *N. japonicus* como un parásito generalista atacando a varias especies de peces, las que cuentan con diferentes características morfológicas; Orozco-Zamorano (1996) registró siete especies de peces afectadas por el copépodo entre las que encontró un hospedero de cuerpo estrecho y cilíndrico localizado en un embalse artificial (Presa El Carmen, El Márquez Qro.); Hernández-Camacho (1999), efectuó estudios en cuerpos de agua (naturales y artificiales); pertenecientes a la cuenca del río Lerma donde localizó *N. japonicus* infectando a cinco especies de peces, todos los hospederos poseían características de forma de cuerpo semejante y sólo una especie con cuerpo cilíndrico.

En las colectas efectuadas en la presa de "El Batán", se encontraron peces de diferentes especies como *Chirostoma jordani* (Fam. Atherinidae), *G. atripinnis* (Fam. Goodeidae), *Oreochromis aureus* (Fam. Ciclidae) y *Xenotoca variata* (Fam. Goodeidae), de estas especie la única exenta del parásito en estudio fue la perteneciente a la familia Atherinidae.

Los resultados obtenidos en la presa de "El Batán" muestran que los pèces seleccionados para la fijación de *N. japonicus* poseen una forma de cuerpo amplio que puede ser comprimido o semicomprimido, los peces de cuerpo estrecho y algo cilíndrico no fueron afectados por el copépodo. Sin embargo los antecedentes no indican que exista una preferencia del ergasílido por unirse a un determinado hospedero, y si lo ubican como un parásito generalista.

En *G. atripinnis* y *X. variata* la tendencia de los resultados de la presencia de *N. japonicus* sobre ellos fue la misma tanto los valores de prevalencia, abundancia e intensidad de infección muestran que existe una diferencia marcada y preferente por el ergasílido para fijarse a su hospedero en época de lluvias.

En ambos hospederos se encuentra un cambio de una distribución al azar a una distribución agregada, de acuerdo a Curtis (1981) tienden a ser más sobredispersas. Para que dicha sobredispersión se de Whitfiels (1979) sugiere causas como la capacidad que tiene una especie de parásito a soportar la presión por diferentes mecanismos que ejerce su entorno sobre el, al igual que los hospederos que actúan en el ciclo de vida del parásito.

En el presente estudio se trabajó con un parásito introducido que se encuentra afectando a peces nativos de México pertenecientes a la familia Goodeidae. Este parásito pertenece a una familia de copépodos frecuentemente estudiados en Asia y Europa de donde es originario, por el contrario a lo sucedido con otros miembros de la misma familia los estudios enfocados a *N. japonicus* son escasos tal vez por el hecho de ser el integrante de menor talla. Por lo que resultaría interesante el establecer posteriormente líneas de investigación que incluyeran la patología que causa la infección de *N. japonicus* en su hospedero; además de determinar cuáles podrían ser los parámetros fisicoquímicos que más favorezcan la implantación del ergasílido en su hospedero.

Resultaría importante poder determinar cómo un parásito exótico es capaz de adaptarse exitosamente en un hospedero endémico que se encuentra restringido en su distribución y saber que favorece a su adaptación a ambientes diversos.

6. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio demuestran que el parásito aumenta su infección en los meses más cálidos, sumando a esto el hecho de que en el periodo de colectas del estudio se contó con una ausencia de lluvias y una contracción en el volumen del agua del hábitat y por lo tanto mayor densidad de peces por volumen.

Las infecciones se comportaron en forma semejante para las especies de peces estudiadas *G. atripinnis* y *X. variata*, con la única diferencia de que en *X. variata* se encontró un número ligeramente mayor de ergasílicos por pez colectado que en el caso de *G. atripinnis*.

Los parásitos mostraron preferencia para fijarse en peces adultos, sobre todo de aquellos que se encuentran en los últimos tamaños de peso y talla para las especies de godeidos estudiadas, por lo que los juveniles se vieron exentos de la infección provocada por el ergasílico.

N. japonicus mostró preferencia por fijarse a sus hospederos tomando en cuenta su sexo, esto es que se encontró infectando más frecuentemente a machos que a hembras en las dos especies.

N. japonicus mostró una preferencia de sitio para fijarse en su hospedero, este copépodo prefiere la parte media de su hospedero teniendo como lugar específico de unión las bases de las aletas, en primer lugar se pueden encontrar fijos a la aleta dorsal, seguido por la aleta anal, en ambos casos los ergasílicos se localizaron en la parte última de la base de cada aleta, esto es en la parte posterior de las bases de las aletas donde la fuerza del agua se encuentra disminuida.

El resto de los individuos de *N. japonicus* encontrados en los hospederos fueron localizados en 12 sitios diferentes, además del agua del medio, las zonas designadas como dorsal anterior y posterior así como ventral anterior y posterior se encontraron prácticamente con ausencia de *N. japonicus*.

N. japonicus permanece fijo a su hospedero y no se desprende aún cuando éste es sacado de su medio. Con base en los resultados obtenidos podemos decir que existe una preferencia de *N. japonicus* por unirse a un determinado hospedero, los peces que son

seleccionados por este parásito para su fijación presentan una complexión en la cual su altura media (A_m) es de $1/3$ o más del total de su longitud patrón (L_p), los peces de cuerpo estrecho en los que su altura media es menor de $1/3$, por lo general de $1/4$ ó $1/5$ de la longitud patrón de su cuerpo se encuentran exentos de *N. japonicus*.

N. japonicus muestra una sobredispersión tanto en *G. atripinnis* como en *X. variata*, el patrón que se observa en ambos hospederos poseen la misma tendencia

Por último se recomienda se fomenten líneas de investigación que nos permitan establecer la patología producida por los ergasilidos, determinar las características morfológicas que los hacen seleccionar a sus hospederos y cuales pudieran ser los factores fisicoquímicos que favorecen la presencia de estos copépodos en los diferentes cuerpos de agua, estos datos podrían llevarnos a implementar estrategias de control para evitar la presencia de *N. japonicus* en ambientes naturales.

7. LITERATURA CITADA

- Abdelhalim, A. I. 1990. *Morfology and Epidemiology of some parasitic copepods (Poecilostomatoida: Ergasilidae) From British Freshwater fish*. PhD Thesis, University of London.
- Abdelhalim, A. I; Lewis, J. W. & Boxshall, G. A. 1991. The life cycle of *Ergasilus sieboldi* Nordmann (Copepoda: Poecilostomatoida), parasitic on British freshwater fish. *Journal of Natural History* 25, 559-582.
- Abdelhalim, A. I; Lewis, J. W. & Boxshall, G. A. 1993. The external morphology of adult female ergasilid copepods (Copepoda: Poecilostomatoida): a comparison between *Ergasilus* and *Neoergasilus*. *Systematic Parasitology* 24, 45-52.
- Alston, S. y Lewis, J. W. 1994 The ergasilid Parasites (Copepoda: Poecilostomatoida) Of British freshwater fish. Parasitic Diseases of fish. Samara 171-188.
- Bauer, O.N. y Hoffman, G.L. 1976 Helminth range extension by translocation fish in wildlife disease. Plenum Pub. New York pp 163-172.
- Contreras, S.B. y Escalante C. Marco A. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in México. Chapter 6. Distribution, biology and management of exotic fishes. London Pub. 102-130.
- Curtis, M. A, 1981. Observations on the occurrence of *Diplostomum spathaceum* and *Schcepalus* sp in ninespine sticklebacks (*Pungitius pungitius*).from the Belcher islands, northwest territories, Canada. *Journal of Wildlife Diseases* 17 (2): 241-246.
- Dogiel, V. A; Petrushevskii, G. K. & Polyanski, Y. I. 1958. [Parasitology of fishes.] Leningrad University Press. (in Russian: English translation: Oliver & Boyd Ltd, London, 1961, 384 pp.).
- Dogiel, V.A., Petrushevski, G.K. y Polyanski, Yu. Y. 1958. Parasitology of Fishes. Oliver and Boyd, London.
- Dogiel, V. A. 1964. *General parasitology*, Oliver and Boyd, London.
- Espinosa-Pérez, H; P. M. T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes-Mata. 1993. Listado faunístico de México III. Los peces dulceacuículas mexicanos. Ed. Instituto de Biología. U. N. A. M.

- Fryer, G. (1982): The parasitic Copepoda and Branquiura of British freshwater fishes, a book and key. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 46, 87 pp.
- Hanek, G; and C. H. Fernando 1978 a. The role of season, habitat, host age, and sex on gill parasites of *Lepomis gibbosus* (L.) Can. J. Zool. 56: 1247-1250.
- Hanek, G; and C. H. Fernando 1978 b. The role of season, habitat, host, age and sex on gill parasites of *Ambloplites rupestris* (Raf.) Can. J. Zool. 56: 1251-1253.
- Harada, I. 1930. Studies on freshwater fauna of Formosa (I). A new copepod species parasitic on Formosan freshwater fishes. Journal of the Society of Tropical Agriculture 2: 71-76.
- Harding, J.P. 1950. On some species of *Lernaea* (Crustacea, Copepoda: parasites of freshwater fish) Bull. British Mus. (Nat. Hist.) Zool., 1(1): 1-27.
- Hayden, K. J. and W. A. Rogers. 1998. *Neoergasilus japonicus* (Poecilostomatoida: Ergasilidae), a parasitic copepod new to North America. The Journal Parasitology. 84 (1): 88-93 pp.
- Hernández-Camacho, N. 1999. Análisis de la Distribución de Parásitos de Peces en la Porción Queretana de la Región Lerma-Chapala. XV Congreso Nacional de Zoología y VII Reunión Nacional de Malacología y Conquiología. 9 p.
- Hubbs, C. L; C. L. Turner. 1939. Studies of the fishes of the order Cyprinodontiformes. XVI. A revision of the Goodeidae. Misc. Publs Mus. Zool. Mich. (42).
- Jordan, D. S. 1880. Notes on a collection of fishes obtained in the streams of Guanajuato and in Chapala lake, México, by Prof. A. Dugés. Proc. U.S. natn. Mus. 2 (1879): 298-301.
- Kabata, Z. 1970. *Diseases of Fishes. Book 1: crustacea as Enemies of Fishes*: T. F. H. Publications Inc.
- Kennedy, C. R. 1975. Ecological Animal Parasitology. Blackwell Scientific Publications. Oxford: 163 pp.
- Kennedy, C.R. 1994. The ecology of introductions En: Parasitic Diseases of Fish. Editado por Pike, A.W., Lewis, J.W. University of Exeter, Exeter, 189-208.

- Orozco-Zamorano, A. 1996. Primer Registro de *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) (Copepoda: Ergasilidae) en el estado de Querétaro. VII Encuentro de Investigadores de Flora y Fauna de la región Centro-Sur. 24 p.
- Pineda-López, R. (Coord.). 1996 "Estudios de pre-factibilidad del establecimiento de una área protegida en la cuenca del Río Huimilpan-Pueblito". Universidad Autónoma de Querétaro, 83 pp.
- Prieto, A. 1991. Manual para la prevención y tratamiento de enfermedades de peces en cultivo en agua dulce. Organización de las Naciones Unidas, para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile, 65 pp.
- Rodríguez, M.E. 1982 Fernando Obregon y la Piscicultura en México. Secretaría de Pesca. 84 pp.
- Rodríguez-Toledo, E. M. 1998. Transferencia de metazoarios parásitos entre ciclidos nativos e introducidos en Conzá, municipio de Arroyo Seco, Querétaro. Tesis profesional de licenciatura. Licenciatura en Biología U.A.Q. 62 pp.
- Rosas, M; M. 1976. "Datos biológicos de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies". Memorias de I Simposio sobre Pesquerías en aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. II. 299-366.
- Sokal, R.R. y F. J. Rohlf, 1981. Biometry. Second Edition. W. H. Freeman and Company, New York. 822 pp.
- Tedla, S And C. H. Fernando; 1969. Observations on the seasonal changes of the Parasite Fauna of yellow perch (*Perca flavescens*) from the Bay of Quinte, Lake Ontario. J. Fish. Res. Bd. Canada. 26: 833-843.
- Urawua, S; Muroga, K; & Kasahara, S. 1980a. Naupliar development of *Neoergasilus japonicus* (Copepoda: Ergasilidae). *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 46, 947-947.
- Urawua, S; Muroga, K; & Kasahara, S. 1980b. Studies on *Neoergasilus japonicus* (Copepoda: Ergasilidae) a parasite of freshwater fishes. II Development in copepodite stage. *Journal of the Faculty of Applied Biological Sciences* 19, 21-38.
- Whitfield, P. J. 1979 . The biology of parasitism. Whitstable Lithio Ltd. Great Britain. 278pp.
- Woolman, A. J., 1894. Report on a collection of fishes from the rivers of Central and Northern México. Bull. U.S. Fish. Comm. 14: 55-66.