

TRAMA TRÓFICA DE *Sympetrum vicinum* (Hagen), *Tarnetrum illotum* (Hagen), (ANISOPTERA: LIBELLULIDAE) e *Ischnura denticollis* (Bermeister) (ZYGOPTERA: COENAGRIONIDAE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO Y SEMI-NATURAL.

*Jorge Enrique Domínguez Hernández,
*María del Pilar Villeda Callejas, José Ángel
Lara Vázquez, **Osvaldo Cervantes
Zamudio.

* Laboratorio de Zoología. **Laboratorio
de Microscopía Óptica. FES Iztacala,
UNAM. Avenida de Los Barrios Número 1,
Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de
México. México. C.P. 54090 correo:
Jorgenrique888@gmail.com1
[mapili_villeda@yahoo.com.mx2](mailto:mapili_villeda@yahoo.com.mx)

RESUMEN:

Los artrópodos son los organismos de mayor abundancia, por lo cual el estudio de como benefician o afectan directamente el ambiente es de suma importancia. Uno de los métodos más elaborados, es la descripción de las tramas tróficas presentes en el ambiente, las cuales ayudan a entender las relaciones que ejercen presión entre las especies en un mismo ecosistema, a predecir el impacto que tendría si una de estas especies desapareciera y como es que una especie invasora puede romper el equilibrio de un ecosistema. En este estudio se describe la relación trófica que existe entre tres especies de náyades de odonatos (2 anisópteros y 1 zygóptero); su interacción entre ellas y con el ambiente. Se utilizaron dos metodologías: una en condiciones estrictas de laboratorio y otra semi-naturales; los resultados obtenidos fueron a través de observaciones y análisis estomacales; la distribución de las zonas de caza en el ecosistema y la red trófica de las tres especies de náyades. Al igual que una breve interpretación de las interacciones: depredación, canibalismo, superposición de nicho ecológico y exclusión competitiva. *Sympetrum vicinum* se considera la especie dominante.

Palabras clave: Ecología, trama trófica, odonatos.

ABSTRACT:

Arthropods are the most abundant organisms, so their study of how they directly benefit or affect the environment is of utmost importance. One of the most elaborate methods is the description of the trophic webs present in the environment, which helps to understand the relationships that exert pressure between species in the same ecosystem, to predict the impact it would have if one of these species disappeared and how an invasive species can break the balance of an ecosystem. This study describes the trophic relationship that exists between three different species of odonate naiads (2 anisopterans and 1 zygopter); their interaction with each other and with the environment. Two methodologies were used: one in strict laboratory conditions and the other semi-natural; The results obtained were through observations and stomach analysis; the distribution of hunting areas in the ecosystem and the food web of the three species of naiads. As well as a brief interpretation of the interactions: predation, cannibalism, ecological niche overlap and competitive exclusion. *Sympetrum vicinum* is considered the dominant specie.

Key Words: Ecology, trophic web, odonates.

INTRODUCCIÓN

Una de las aproximaciones más directas para poder comprender los patrones de organización y relaciones entre las especies que se suceden dentro de los ecosistemas incluye el estudio de las tramas tróficas. Estas proveen el más complejo y preciso resumen de una comunidad biológica y las interacciones entre los organismos (Woodward, 2009). El concepto de tramas tróficas, definido por primera vez por Charles Elton (Elton, 1927), refiere a las interacciones de transferencia de energía, o de consumo, entre los organismos dentro de un ecosistema (Paine, 1980; Carpenter *et al.*, 1985 y Pimm *et al.*, 1991). La explicación y predicción de los patrones que gobiernan el funcionamiento de las tramas tróficas es esencial para el entendimiento del funcionamiento de todo el sistema. Fundamentalmente, la resistencia y resiliencia de un ecosistema frente a perturbaciones externas depende, en gran medida, de la estructura de sus tramas tróficas (Pimm, 1982; Scheffer *et al.*, 1993; 2001). La utilización de este tipo de análisis permite la cuantificación de características funcionales y de relaciones de complejidad estructural y dinámica de comunidades biológicas (Strogatz, 2001).

Los charcos y lagos someros se encuentran entre los ecosistemas más vulnerables al calentamiento climático (Walter, *et al.*, 2005), además de otras presiones antrópicas como la eutrofización, la invasión por especies exóticas y la fragmentación, lo que altera el funcionamiento ecosistémico (Woodward, 2009). En este sentido, los cambios en el clima están afectando a muchas comunidades acuáticas y a los atributos de los ecosistemas en consecuencia a la estructura de las redes tróficas y los niveles de producción primarias y secundarias locales.

Dentro de los insectos, los odonatos están muy ligados al medio acuático, puesto que las náyades se desarrollan en los cuerpos de agua, ya sean arroyos, charcas o lagunas y embalses; algunas muestran una gran especificidad al hábitat, por lo que son buenos indicadores biológicos de las condiciones ambientales del medio (Fabricius, J.1793). Tanto los adultos como las náyades son depredadores. Las náyades se alimentan de invertebrados y de pequeños vertebrados acuáticos, los adultos capturan otros insectos al vuelo, moscas, mosquitos, mariposas y otros odonatos, por lo tanto, se les considera buenos controladores naturales.

En este estudio se tiene como objetivo principal describir la cadena trófica de odonatos de las especies: *Sympetrum vicinum*, *Tarnetrum illotum* (Anisoptera), e *Ischnura denticollis* (Zygoptera) de la comunidad de odonatos presentes en el Jardín Botánico de la FES Iztacala e identificar el tipo de interacciones que presentan entre ellas con respecto a la territorialidad, agresividad y competencia.,

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en un estanque creado en el Jardín Botánico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México; ubicada en. Av. de Los Barrios 1, Los Reyes Ixtacala, Tlalnepantla de Baz, Méx. Las coordenadas geográficas donde

se localiza el Campus Iztacala son: 99° 12,8 de longitud W y 19° 32.1, de latitud N, a dos mil doscientos cincuenta y un metros sobre el nivel del mar. (Fig.1)

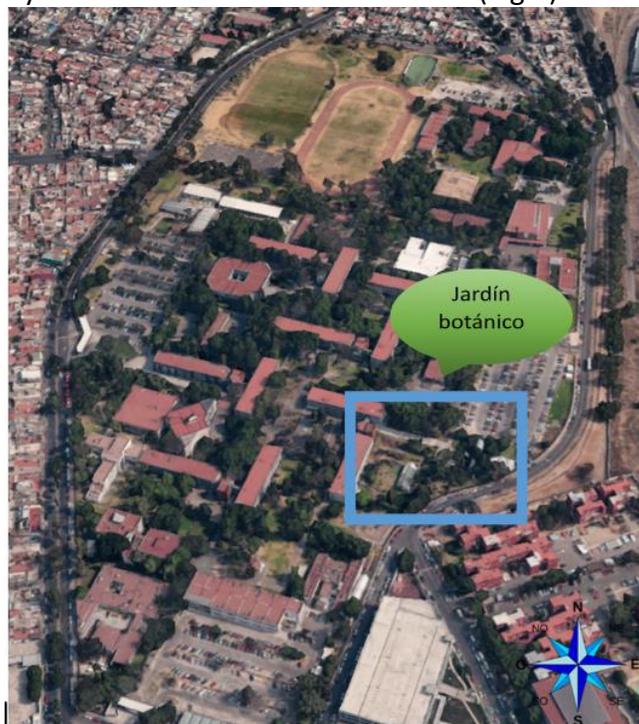


Figura 1. Ubicación del jardín Botánico de la FES., Iztacala.

MATERIALES Y MÉTODO

El presente estudio se realizó durante el verano del 2019, para lo cual se dividió en las siguientes etapas: a) Colecta de organismos para su determinación, del depredador (náyades y adultos) y la presa; b) Análisis de contenido intestinal; c) Estudio de relaciones intraespecíficas e interespecíficas en laboratorio; d) Preferencia alimenticia; e) Observación en condiciones seminaturales.

Se colectaron los organismos de un estanque localizado en la FES Iztacala UNAM. El muestreo se realizó, con una red rectangular de 5cm de alto por 10cm de ancho con una abertura de 0.01cm., y directamente removiendo el sustrato, efectuando una colecta manual; los adultos de odonatos fueron capturados con ayuda de una red aérea, sacrificados con acetona pura e introducidos en bolsas de papel glassin; las náyades de odonatos y presas se colocaron en frascos de 250 ml por separado para su transporte y determinación a nivel de especie, mediante claves taxonómicas especializadas, para odonatos (Needham, 1954 y Westfall, 1996), para las presas, los distintos volúmenes de la Sociedad Entomológica Aragonesa(Melic. *et. al.* 1993, a 2014). De los organismos capturados se utilizaron algunos para su determinación, otros para revisar contenido intestinal y otros para ser colocados vivos en peceras previamente adaptadas a las condiciones que presentaban en el estanque.

Para conocer el contenido intestinal se conservaron, algunas náyades, utilizando como fijador, RNA Friendly: compuesto por ácido acético, formalina, alcohol y un pH de 6.7, durante 74 hrs; para evitar la descomposición de los organismos y deteniendo por completo el proceso de digestión e iniciando la deshidratación de las muestras. Un método secundario fue la extracción del aparato digestivo, realizando un squash sobre portaobjetos para ser observados en microscopio óptico y estereoscópico; revelando así el principio de la red trófica.

En cuanto a las condiciones de laboratorio se prepararon 5 peceras de: 400 litros (2), de 200 litros (2) y de 100 litros (1). En la de 400 litros se colocaron 5 organismos de cada especie para observar las relaciones intraespecíficas e interespecíficas; en la de 200 litros se colocaron cinco de la misma especie de anisopteros, con la finalidad de observar las relaciones entre los individuos de la misma especie; en la pecera de 100 litros se colocaron cinco individuos de zygopteros. Se les alimentó con los organismos encontrados en el estanque sin ninguna restricción.

Para conocer la preferencia alimenticia se les proporcionó: *Daphnia magna*, *Ingolfiellamanni*, *Artemia* y alevines de *Poeciliareticulata*, (identificadas previamente), agregando un número determinado de individuos: 10 de *Daphnia*, cinco de *Artemia*, cinco de *Poecilia* y un número indeterminado de copepodos , en un horario de 7:00 am a 7:00 pm, cuantificando así el porcentaje de depredación por especie, retirando el número de individuos sobrantes al finalizar dicho horario.

También se hicieron observaciones directamente en el estanque, de donde se obtuvieron los organismos, en éste se realizaron análisis visuales para conocer su comportamiento en condiciones seminaturales sin ninguna limitante. Con estas actividades se llevó a cabo la descripción de su comportamiento alimenticio, tanto en condiciones ideales; ausencia de depredadores y abundancia de alimento como en condiciones adversas, develando sus preferencias alimenticias y las interacciones intraespecíficas como las interespecíficas, como lo son la depredación, canibalismo y exclusión competitiva, reforzando los resultados con análisis de contenido estomacal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies de odonatos identificadas fueron: *Sympetrum vicinum*, *Tarnetrum illotum* e *Ischnura denticollis*. (Needham, 1954, Westfall, 1996), (Tabla 1) .

En el caso del estudio en conjunto, las relaciones entre los organismos de las diferentes especies se observó una alta territorialidad de la especie *S. vicinum*, estableciéndola, así como la especie dominante, presentando canibalismo debido a la alta territorialidad y la agresividad de la especie, siendo que un individuo depredó a los demás organismos, aún ante la presencia de una gran cantidad de alimento vivo, desplazando a las demás especies presentes y lo mismo ocurrió en las diferentes replicaciones (2 veces).

| Suborden | Familia | Género | Especie |
|------------|----------------|-----------|-----------------------|
| Anisoptera | Libellulidae | Sympetrum | <i>S. vicinum</i> |
| Anisoptera | Libellulidae | Tarnetrum | <i>T. illotum</i> |
| Zygoptera | Coenagrionidae | Ischnura | <i>I. denticollis</i> |

Tabla 1. Identificación de organismos a nivel de especie.

La media de alimentación más alta que se obtuvo fue para *S. vicinum* con el 47.3% correspondiente a la fuente de alimentación de *Daphnia*. y *T. illotum* fue el que menos consumo hizo de esta fuente de alimentación ,2.1 %. (Fig. 2).

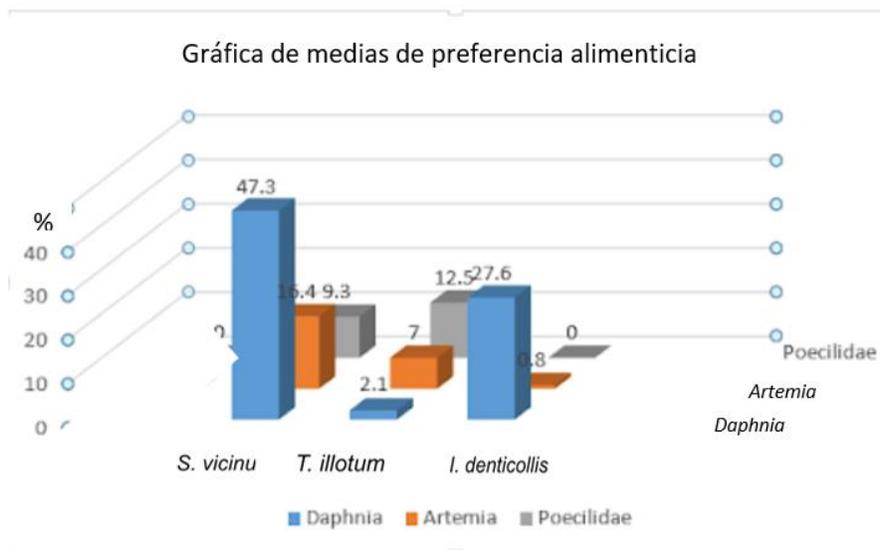


Figura 2. Medias de consumo por especie.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos del estanque en donde se realizó el estudio seminatural, ayudó a igualarlos en las peceras para el estudio de laboratorio (Tabla 2).

| Ph | Temperatura | OD. | EC | Ca ²⁺ Mg/L | Mg ²⁺ Mg/L | Na ⁺ Mg/L | CaCo ₃ Mg/L | Cl ⁻ Mg/L |
|-----|-------------|----------|-------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 6.7 | 11°C. | 8.3mg/L. | 0.90% | 18.4 | 34.51 | 68.77 | 188,17 | 14.01 |

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua.

Por otra parte, en condiciones seminaturales no se observó el mismo comportamiento, esto se podría explicar debido a la presencia de una mayor cantidad de vegetación acuática o mayor número de escondites disponibles, inclusive por la presencia de fuertes competidores como lo son los coleópteros Adephagade la familia Dytiscidae, que se encuentran presentes en el mismo hábitat.

En el caso individual se presentó el mismo comportamiento con respecto a *S. vicinum*, no obstante, se develó que los individuos pertenecientes a *I. denticollis* y *T. illotum* presentaron una territorialidad que disminuía en menor agresión, disponiendo equitativamente el área disponible y las zonas de caza siendo más representativo en *I. denticollis* comparado con respecto a un porcentaje de individuos sobrevivientes mayor a lo largo del experimento, obteniendo un porcentaje de sobrevivencia del 98%; esto se puede explicar tomando en cuenta el tamaño de los organismos, y el menor espacio territorial de cada uno de ellos, ya que en *zygopteros* se ha visto que su territorio es variable, pero no excede un tamaño mayor al que se presenta en *anisópteros*, (Torralba A. 2015). (Fig. 2).

En cuanto a los organismos encontrados en el tracto digestivo de los individuos mediante extracciones de tubo digestivo y squash, predominantes fueron: cladóceros, copépodos, ciliados, oligoquetos, además de crustáceos, alevines de peces, algas verdes y larvas de dípteros (Fig. 3), dándonos una idea de la distribución del espacio con respecto a cada especie, tomando en cuenta la mayor incidencia de depredación de cada uno de los organismos hallados en el tracto digestivo.



Figura 3. Fotografías a microscopio óptico de cladóceros, copépodos, ciliados (Sentor) y oligoqueto.

La riqueza de especies es uno de los principales parámetros que se utilizan en ecología para definir las características de una comunidad biológica y de los ecosistemas (Graham & Dudda, 2011). Es ampliamente aceptada la idea de que la riqueza de especies está influenciada por la edad (Odum, 1963) y el área de los ecosistemas (Caswell & Cohen, 1993), en ambos casos a través de patrones de colonización (MacArthur & Wilson, 1967), así como por la productividad de estos, (Graham & Dudda, 2011).

En lagos someros y charcos, sin embargo, una menor área suele estar asociada a mayor riqueza de especies, debido a la frecuente ausencia de los peces (depredadores topos por

excelencia) ante eventos de anoxia, y a la frecuente presencia de plantas acuáticas que generan mayor heterogeneidad espacial y un mayor número de nichos, (Haileselasie *et al.*, 2016), éstos sugieren que al aumentar la edad habría una acumulación de especies debido a una mayor probabilidad de colonización, en este sentido, este resultado sustenta la hipótesis de incremento en la riqueza de especies al aumentar la edad de los ecosistemas, sin embargo al ser muy limitado el espacio por el tamaño del cuerpo de agua la cantidad de especies se encuentra fuertemente limitada.

Por otra parte, la riqueza de especies depende de la productividad ambiental, siguiendo un patrón de campana de gauss (Rosenzweig & Abramsky, 1993). En los ecosistemas oligotróficos, es esperable que nos encontráramos en la fase de incremento, y por tanto se esperaría una mayor riqueza de especies al aumentar la productividad. Las náyades son depredadores voraces, incluso caníbales, las presas son en su mayoría invertebrados acuáticos, juveniles de peces y otros organismos acuáticos. Los estadios tempranos pueden consumir microorganismos, como protozoarios. Las diferentes especies establecieron sus zonas de caza en el estanque, observando a *I. denticollis* protegida entre las raíces de la vegetación (Fig. 4).

En muchos ambientes acuáticos las náyades son los depredadores de mayor tamaño, pero a su vez son depredadas por peces y camarones formando un enlace importante en las redes tróficas. Existen ciertas limitantes; en primer lugar, para hacer la generalización de patrones en el análisis de tramas tróficas resulta de suma importancia tener en cuenta la variación temporal, en este sentido, las muestras fueron

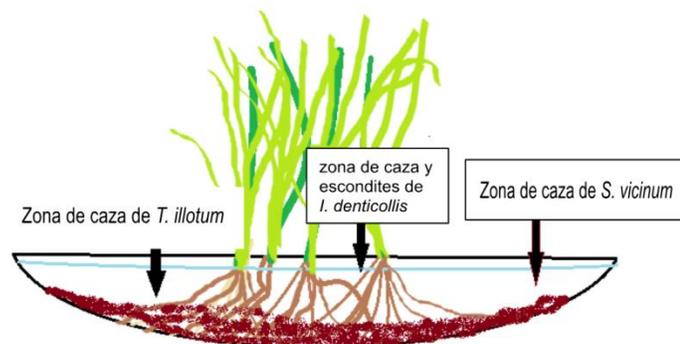


Figura 4. Zonas de caza y distribución territorial de las distintas especies

tomadas en el verano, ya que es una ventana temporal única debido a que el resto del año no se presenta las condiciones ideales para la colecta de muestras, teniendo en cuenta el ciclo de vida de los organismos. Otra limitante es el tiempo de existencia del estanque en el cual se realizó el estudio, debido a que es relativamente joven, se sabe de acuerdo con MacArthur H, (1967), que a una mayor edad de los ecosistemas se presenta una mayor estabilidad y una complejidad mayor en la trama trófica, por lo cual resultan afectados los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

Se ubicó a *T. illotum* cerca de las raíces de la vegetación emergente, a *I. denticollis* entre las raíces y a *S. vicinum* más cercana a la orilla del estanque. Se encontró como contenido estomacal principalmente cladóceros, copépodos y ciliados. Los artrópodos fungen un papel sumamente importante en la composición trófica de los ecosistemas, por lo cual, un

mayor entendimiento de las funciones que desempeñan nos daría una mejor comprensión de nuestro entorno, no obstante; los hábitats en los que podemos realizar dichos estudios se encuentran reducidos a unos pocos manchones dentro de los ecosistemas, debido al estado de conservación y perturbación en el que se encuentran.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al maestro Marcial García Pineda, jefe del jardín botánico de la FESI. por designar un espacio para la elaboración de este estudio; y al profesor Rogelio Monterrubio Valdivia por su apoyo.

LITERATURA CITADA

Carpenter, Stephen R. James F. Kitchell, James R. Hodgson, 1985. Cascading Trophic Interactions and Lake Productivity: Fish predation and herbivory can regulate lake ecosystems, *BioScience*, Volume 35, Issue 10, Pages 634–639,

Caswell H. y Cohen E., 1993. Local and Regional regulation of species-area relations: A patch-occupancy model. En: *Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives*. Ricklefs R. E. (Ed.). University of Chicago Press, Chicago.

Elton C. S., 1927. *Animal Ecology*. Sigwick and Jackson, London.

Fabricius, J. C. 1793. *Entomologia systematica emendata et aucta. Secundum classes, ordines, genera, species, adjectis synonymis, locis, observationibus, descriptionibus*. Tom. II. C.G. Proft, Fil. et Soc., Hafniae. 2 viii 519 pp.

Graham H., y Duda J., 2011. The humpbacked species richness-curve: A contingent rule for community ecology. *Int. J. Ecol.* 2011

Haileselasie H., Mergeay J., Weider J., Jeppesen E. y De Meester L., 2016. Colonization history and clonal richness of asexual *Daphnia* in periglacial habitats of contrasting age in West Greenland. *J. An. Ecol.*

MacArthur H., y Wilson E. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press. New Jersey, USA.

Melic A. et. al. (1993, a 2014). *Sociedad Entomológica Aragonesa.*, Zaragoza (España).

Needham, J.G. y Westfall, M. J. Jr. 1954. *A Manual of the Dragonflies of North America (Anisoptera)*. University of California Press. Berkeley. pp 1-609.

Odum P., 1963. The strategy of ecosystem development. *Science*.

Revista de Zoología. 37: 1-9. 2024

Paine R. 1980. Food Webs: Linkage, Interactions Strength and Community Infrastructure. *J. Anim. Ecol.* 49.

Pimm L. (1991, a 1983). Food Webs. *Biological Sciences: CONSERVATION, ECOLOGY, EVOLUTIONARY BIOLOGY.*, The University of Chicago Press.

Rosenzweig L. y Abramsky Z., 1993. How are diversity and productivity related? En: *Species diversity in ecological communities: Historical and geographic alperspectives.* Ricklefs R. E. (Ed.). University of Chicago Press, Chicago.

Scheffer M., Hosper H., Meijer L. & Moss, B. (1993). Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends Ecol. Evol.* 8, 275±279.

Scheffer M., Carpenter S., Folet A., Folke C. y Walker B., 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature.*

Strogatz S. H., 2001. Exploring complex networks. *Nature.* 410.

Torralba-Burrial, A. 2015. Orden Odonata. *Revista IDE@- SEA*, pp:1,4., nº 41

Walter V., Harold A., Cropper A., Capistrano D., Carpenter S., Chopra K. 2005. *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis.*, Island Press.

Westfall, M. J. y May, L.M. 1996. *Damselflies of North America.* Scientific Publishers. Washington. Pp 1- 649.

Woodward G., 2009. Biodiversity, ecosystem functioning and food webs in freshwaters: assembling the jigsawpuzzle. *Freshw. Biol.* 54

Recibido el 2 de enero de 2024

Aceptado 16 de abril de 2024