



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Establecimiento y viabilidad de nuevas poblaciones de fartet *Aphanius iberus* en presencia del pez mosquito *Gambusia holbrooki* en Charca de Suárez (Motril, Granada)

Máster en Conservación, Gestión y Restauración de la Biodiversidad
Universidad de Granada
Trabajo de Fin de Máster, Septiembre 2021



José María Sánchez Iglesias

Tutorizado por Juan Manuel Medina Sánchez (Dpto. de Ecología de la Universidad de Granada) y Fernando Alcalde Rodríguez (Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Motril).



Índice

Declaración de Originalidad

Aportación del estudiante

Agradecimientos

Resumen [1]

Palabras clave [1]

1. INTRODUCCIÓN [2-8]

1.1. PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD EN LA ICTIOFAUNA DE AGUAS CONTINENTALES [2-3]

1.2. RESERVA NATURAL CONCERTADA (RNC) CHARCA DE SUÁREZ [3-4]

1.3. EL FARTET *Aphanius iberus* (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1846) [4-6]

1.4. EL PEZ MOSQUITO *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) [6-7]

1.5. IMPORTANCIA DE ESTE TRABAJO [7-8]

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS [8-9]

2.1. INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS [8-9]

2.2. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE CADA ESPECIE [9]

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA [9]

3. MATERIAL Y MÉTODOS [10-19]

3.1. EXPERIMENTOS DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS [10-13]

3.1.1. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO [10-11]

3.1.1.1. Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie [10]

3.1.1.2. Relaciones interespecíficas partiendo de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie [10-11]

3.1.2. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES NATURALES SEMICONTROLADAS EN LAGUNAS DE RECIENTE CREACIÓN. Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie [11-12]

3.1.3. SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET EXISTENTES. En dos lagunas de Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida [12-13]

3.1.3.1. Laguna de aclimatación inicial [12-13]

3.1.3.2. Laguna mixta de la juncia [13]

3.2. EXPERIMENTOS DE BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE CADA ESPECIE; DISEÑO DE UN MÉTODO OPTIMIZADO DE OBTENCIÓN DE ALEVINES DE FARTET Y PEZ MOSQUITO: Información sobre la biología de las especies [13-16]

3.2.1. DESCENDENCIA DEL FARTET Y DEL PEZ MOSQUITO [15]

3.2.2. ESTRATEGIA REPRODUCTIVA Y PRODUCCIÓN DE DESCENDIENTES VIABLES EN FUNCIÓN DEL DÍA REPRODUCTIVO Y LA ESPECIE [15]

3.2.3. POSIBLE RESISTENCIA DEL FARTET A LA SEQUÍA (INCUBACIÓN EN SECO) [15-16]

3.2.4. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DEL SEXO Y LA ESPECIE [16]



3.2.5. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS O ALEVINES [16]

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS DIFERENTES CUERPOS DE AGUA: Vegetación y parámetros físico-químicos [16-17]

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS [17-19]

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN [20-45]

4.1. EXPERIMENTOS DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS [20-34]

4.1.1. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO [20-25]

4.1.1.1. Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie: *Fartet*, *Pez mosquito* [20-22]

4.1.1.2. Relaciones interespecíficas partiendo de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie: *Fartet*, *Pez mosquito* [22-25]

Discusión [25]

4.1.2. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES NATURALES SEMICONTROLADAS EN LAGUNAS DE RECIENTE CREACIÓN. Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie: *Fartet*, *Pez mosquito* [25-27]

Discusión [27-28]

4.1.3. SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET EXISTENTES. En dos lagunas de Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida [28-34]

4.1.3.1. Laguna de aclimatación inicial: *Microhabitat y tiempo*, *Sexo y tiempo* [28-30]

Discusión [31]

4.1.3.2. Laguna mixta de la juncia: *Fartet*, *Pez mosquito* [31-34]

Discusión [34]

4.2. EXPERIMENTOS DE BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE CADA ESPECIE; DISEÑO DE UN MÉTODO OPTIMIZADO DE OBTENCIÓN DE ALEVINES DE FARTET Y PEZ MOSQUITO: Información sobre la biología de las especies [34-43]

4.2.1. DESCENDENCIA DEL FARTET Y DEL PEZ MOSQUITO: *Descendencia viable e inviable obtenida*, *Alevines obtenidos y fecha de eclosión (o nacimiento)*, *Tiempo de eclosión de huevos de fartet* [35-37]

Discusión [37-38]

4.2.2. ESTRATEGIA REPRODUCTIVA Y PRODUCCIÓN DE DESCENDIENTES VIABLES EN FUNCIÓN DEL DÍA REPRODUCTIVO Y LA ESPECIE [38-39]

Discusión [40]

4.2.3. POSIBLE RESISTENCIA DEL FARTET A LA SEQUÍA (INCUBACIÓN EN SECO) [40]

Discusión [40]

4.2.4. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DEL SEXO Y LA ESPECIE [40-41]

Discusión [41]

4.2.5. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS O ALEVINES: *Fartet*, *Pez mosquito* [41-43]

Discusión [43]



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



4.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS DIFERENTES CUERPOS DE AGUA: Vegetación y parámetros físico-químicos [43-45]

***Discusión* [45]**

5. LIMITACIONES Y CONCLUSIÓN [46-47]

5.1. LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES DE INVESTIGACIÓN FUTURA [46]

5.2. CONCLUSIÓN [46-47]

6. BIBLIOGRAFÍA [48-50]

ANEXO I: Inventario de fotografías [51-70]

ANEXO II: Scripts y análisis POST-HOC [71-100]

SCRIPT 1, 2 y 3 [71-73]

POST-HOC 1, 2, 3, 4, 5 y 6 [74-100]



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Declaración de Originalidad

Yo, José María Sánchez Iglesias, autor de esta memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado “Establecimiento y viabilidad de nuevas poblaciones de fartet *Aphanius iberus* en presencia del pez mosquito *Gambusia holbrooki* en Charca de Suárez (Motril, Granada)”, declaro la originalidad y autenticidad de su contenido y afirmo la ausencia de cualquier tipo de plagio, mediante el cumplimiento y el respeto de los derechos de copyright y autoría de las fuentes documentales de información y datos utilizados para su elaboración. De esta forma, dejo constancia de la correcta inclusión de referencias de todas las fuentes de información bibliográfica utilizadas, estando debidamente identificadas, no asumiendo como propias ideas de terceras personas; En Motril (Granada), a 10 de septiembre del 2021.

Firmado: José María Sánchez Iglesias



Aportación del estudiante

La relación del presente Trabajo de Fin de Máster con la temática, objetivos y competencias del Máster en Conservación, Gestión y Restauración de la Biodiversidad reside en la importancia del estudio de las relaciones ecológicas interespecíficas existentes entre dos especies de gran importancia zoológica y ecológica de la ictiofauna actual ibérica y que habitan en la Reserva Natural Concertada Charca de Suárez (sitio clave para la conservación y restauración de la biodiversidad). Una de ellas es el fartet, un endemismo ibérico incluido dentro de los peces más amenazados de España; y la otra es el pez mosquito, incluido dentro del catálogo de especies exóticas invasoras de España, y muy probablemente responsable del estatus del fartet. Así, tuve la oportunidad de aplicar conocimientos adquiridos durante el curso de este Máster relacionados con la crisis de biodiversidad, como por ejemplo la conservación de especies amenazadas y el reconocimiento de la importancia de los endemismos (el fartet, endémico del litoral mediterráneo español y en peligro de extinción, como se trató en la asignatura “Vertebrados Continentales”, donde lo conocí), la definición y cuantificación de las amenazas (relaciones de amensalismo y depredación por parte del pez mosquito, catalogado como una de las cien especies exóticas invasoras más peligrosas a nivel mundial), el uso de instrumentación de laboratorio y de campo (mantenimiento de acuarios y realización de censos con redes), la identificación de taxones (individuos de ambas especies en diferentes estadios, como alevines jóvenes), el diseño de experimentos (tanto en condiciones controladas de laboratorio como en condiciones naturales semicontroladas), la toma de muestras y el manejo de poblaciones (censos en las lagunas con poblaciones de fartet previamente establecidas), la identificación de las variaciones espaciales y temporales de poblaciones y la dinámica ecológica (cambios estacionales en el uso del microhábitat y cambios en la relación interespecífica existente entre el fartet y el pez mosquito en función de la variable de estudio), la medida y análisis de los datos (concepto de factor de condición física de Fulton en los peces, aprendido en la asignatura de “Biología y Conservación de Cursos de Agua”), principios básicos de la legislación y administración ambiental (solicitud a la administración de los individuos de experimentación), y el diseño y ejecución de posibles soluciones (el apartado “Conclusión”, y gran parte de “Discusión”, están orientados a posibles acciones y recomendaciones para la gestión del fartet y del pez mosquito en función de nuestros resultados, llevando la investigación aplicada a las especies al contexto de la gestión de la biodiversidad).

El enfoque de este trabajo es principalmente un proyecto de investigación de tipo científico o de generación de conocimiento (realizando una investigación aplicada a ambas especies considerando diferentes aspectos, desde las relaciones interespecíficas existentes entre ellas hasta información valiosa sobre la ecología o la biología reproductiva de cada una), pero con matices de proyectos de tipo técnico o de aplicación de conocimientos relativos a la Biología de la Conservación (como la creación de lagunas o la aplicación de ciertas recomendaciones propuestas en este trabajo para la gestión del fartet y del pez mosquito).

Participación del estudiante. Diseño experimental: Contribuyó junto a los tutores, siendo trabajo suyo al 60 %; Toma de datos: Fue trabajo suyo al 100 %; Análisis de datos: Fue trabajo suyo al 90 %; Redacción de la memoria: Contribuyó junto a los tutores, siendo trabajo suyo al 80 %.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis tutores Juan Manuel Medina Sánchez (Dpto. de Ecología de la Universidad de Granada) y Fernando Alcalde Rodríguez (Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Motril) por la ayuda, dedicación y colaboración ofrecida tanto en los diseños experimentales como en el tratamiento de los datos y la elaboración de esta memoria. También a Alicia Cordero, Ana M^a Ruiz, Antonio Lorenzo, Elisabeth Moreno, José Miguel Larios, Manuel Mañani, y Rafael Lara, trabajadores de la Reserva Natural Concertada Charca de Suárez, toda la ayuda, apoyo y consejos que me han brindado, sin los cuales habría sido imposible llevar a cabo la ejecución de este proyecto, además de reconocer la dedicación de todos ellos en la conservación de la naturaleza.

Asimismo, quisiera reconocer mi gratitud hacia Javier Galindo, Ana, Oliver y demás trabajadores del Centro de Cría y Conservación de Peces Amenazados de Los Villares de Córdoba, perteneciente a la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, por enseñarme las ideas principales, por brindarme su ayuda y sus consejos, y por permitirme poder trabajar con una especie en peligro de extinción. También dar las gracias a los voluntarios, trabajadores en beneficio a la comunidad y alumnos en prácticas de la Charca de Suárez por su ayuda en los trabajos de campo más duros y por su interés en el proyecto (especialmente a Alberto, David, José y Yeray, alumnos del Grado Superior de Gestión Forestal y del Medio Natural de la EFA El Soto de Chauchina, por su colaboración en la excavación de las lagunas de experimentación; y a María del Carmen y Laura, alumnas del Ciclo de Técnico Superior de Salud Ambiental del IES La Zafra de Motril, por el análisis de los parámetros físico-químicos de las lagunas).

Por último, agradecer de una forma más emotiva a mi familia, por enseñarme y estampar en mí la importancia y la necesidad de la conservación de la naturaleza desde niño, así como por apoyarme e impulsarme incondicionalmente en mi formación investigadora y darme la oportunidad de culminar mis estudios.

Financiación. Este Trabajo de Fin de Máster ha sido financiado en la mayor parte por el proyecto de “Sinergias entre cambio climático y productos de degradación de plásticos sobre ecosistemas acuáticos andaluces” P20-00105, otorgado por la Junta de Andalucía (convocatoria proyectos de I+D+I Excelencia), del cual Juan Manuel Medina es investigador.



Resumen

La actividad humana ha afectado negativamente a todos los ecosistemas del planeta provocando una pérdida de biodiversidad especialmente agravada en la ictiofauna continental. El fartet es un endemismo ibérico incluido dentro de los peces más amenazados de España, debido, entre otros factores, al impacto provocado por especies exóticas invasoras como el pez mosquito.

Así, en este trabajo se estudian las interacciones ecológicas interespecíficas entre ambas especies en un humedal costero mediterráneo a través de dos aproximaciones experimentales. Primero, en acuarios en condiciones controladas de laboratorio partiendo del mismo número de alevines o de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie. Segundo, en condiciones naturales semicontroladas en lagunas de reciente creación partiendo del mismo número de individuos sexualmente maduros. Además, se realizó un seguimiento observacional de poblaciones de fartet existentes anteriormente en dos lagunas, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida, con el fin de determinar variaciones estacionales en el uso de diferentes microhábitats y en la posición en la columna de agua. Finalmente, se desarrolló un método optimizado de obtención de alevines que proporcionó información sobre la biología reproductiva de ambas especies.

Nuestros resultados mostraron que las interacciones existentes entre ambas especies son el amensalismo y la depredación, siendo el fartet la especie perjudicada. Este mostró cambios temporales de microhábitat, refugiándose en invierno en zonas profundas y menos expuestas, y migrando en primavera hacia aguas superficiales, soleadas y con vegetación abundante. También, proponemos al pez mosquito como “estratega de la r” y al fartet como “estratega extremo de la r” debido a que el fartet presentó mayor producción de descendientes y mayor desgaste energético, manifestando un elevado esfuerzo reproductor. En función de estos resultados, se aportan recomendaciones para la gestión del fartet y del pez mosquito en este humedal y hábitats similares.

Palabras clave

Aphanius iberus; Estrategia reproductiva; *Gambusia holbrooki*; Humedales costeros; Microhábitat; Relaciones interespecíficas.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD EN LA ICTIOFAUNA DE AGUAS CONTINENTALES

El impacto humano a escala global. La actividad humana ha alterado los procesos que determinan el funcionamiento global del sistema Tierra, teniendo un impacto significativo en todos los ecosistemas del planeta (motores de cambio global; Duarte, 2006) y sobrepasando los umbrales o límites planetarios considerados seguros de muchas variables, entre ellas la pérdida de biodiversidad genética (Stephen, 2015). Se ha señalado así el inicio de una nueva era geológica, el Antropoceno (término acuñado en 1980 por el biólogo de agua dulce Eugene F. Stoermer; Strayer, 2010). Las perturbaciones en el ciclo del agua, los nutrientes y los elementos, la emisión de materiales a la atmósfera, la incorporación de nuevas sustancias en la biosfera y los cambios en el uso del suelo son las causas fundamentales del cambio climático antropo-acelerado que nos afecta, principal motor de cambio global (Duarte, 2006).

La pérdida de biodiversidad como motor de cambio global. La pérdida de biodiversidad es otro motor importante, que tiene impacto tanto en los ecosistemas (capacidad para prestar servicios, funcionamiento, estabilidad y resiliencia) como en la sociedad (salud, economía o estructura política y social; Duarte, 2006). Esta crisis de biodiversidad (causada entre otros por la pérdida o fragmentación de hábitats, la deforestación, las especies exóticas invasoras o la sobrepesca) ha diezmando en un 60 % las poblaciones de vertebrados mundiales en menos de 50 años (Grooten, 2018).

Pérdida de biodiversidad en aguas continentales. Las aguas continentales, a pesar de su limitada extensión espacial (representan menos del 1 % de la superficie de la Tierra), albergan una extraordinaria biodiversidad (el 10 % de todas las especies) con elevados niveles de endemismo (Strayer, 2010). No obstante, la crisis de biodiversidad se presenta más aguda en este conjunto de ecosistemas que en cualquier otro (Tickner, 2020), calificándose de urgencia crítica la ejecución de acciones de conservación y restauración. Los ecosistemas dulceacuícolas han estado asociados con la humanidad desde sus inicios, proporcionándole una gran variedad de servicios (Lynch, 2016). Sin embargo, su gestión general se ha enfocado en el beneficio económico de dichos servicios a costa de la destrucción de los hábitats que los conforman, siendo la tasa de pérdida de humedales tres veces mayor que la de los bosques (con una cuarta de las especies en peligro de extinción; Gardner, 2018) y la de las especies de vertebrados asociados a ellos dos veces mayor que la de los terrestres o marinos (Grooten, 2018).

La ictiofauna continental a escala global. La ictiofauna continental, con casi 18.000 especies (Van der Laan, 2020), constituye una cuarta parte de los vertebrados del mundo y sustenta el funcionamiento y la estabilidad de los ecosistemas a través de su producción de biomasa y de la regulación de las redes tróficas y de los ciclos de nutrientes. Además, proporciona bienes y servicios directos al bienestar humano (como recurso alimentario y en actividades recreativas o culturales). Sin embargo, se ve cada vez más afectada por las actividades humanas, que favorecen la extinción de especies nativas y / o el establecimiento de exóticas (modificando la composición de especies; Su, 2021).



Pérdida de biodiversidad en la ictiofauna continental. Un tercio de todos los peces dulceacuícolas está en riesgo de extinción, aunque los datos son aún más negativos para las especies migradoras o de gran tamaño, cuyas poblaciones han disminuido en los últimos 50 años un 76 % y un 94 % respectivamente. En el año 2020 se extinguieron 16 especies de peces continentales (Hughes, 2021). España cuenta con 61 especies de peces dulceacuícolas nativas, de las cuales 10 son migradoras y 51 continentales (41 endémicas). De estas especies nativas, el 93,4% deben de ser incluidas en alguna categoría de amenaza (10 CR, 11 EN y 30 VU) e incluso dar algunas por extintas (Doadrio, 2002 y 2011).

Gestión de la pérdida de biodiversidad de peces continentales. Las acciones propuestas para revertir este declive incluyen como actuaciones prioritarias generales la conservación, gestión, protección y restauración de hábitats críticos, salvaguardar los caudales ambientales, restaurar la conectividad, limitar la explotación de los recursos hídricos y biológicos, mejorar la calidad de las aguas y prevenir y controlar las invasiones de especies no nativas (Tickner, 2020). Sin embargo, en muchos casos, estas actuaciones son difícilmente ejecutables.

1.2. RESERVA NATURAL CONCERTADA (RNC) CHARCA DE SUÁREZ

Entre los hábitats críticos necesarios para la conservación, gestión, protección y restauración de la biodiversidad destacan los humedales costeros mediterráneos, siendo uno de sus representantes más emblemáticos en Andalucía la denominada Charca de Suárez (Motril, Granada). Se trata de una zona húmeda de agua dulce con diversos cuerpos de aguas libres permanentes (con bajo nivel de fluctuación). Se encuentra rodeada por el Polígono Industrial de Alborán y edificaciones costeras, ocupando una superficie de 14,65 hectáreas. La unión de una serie de factores tectónicos, litológicos, climáticos y antrópicos creó esta serie de lagunas ligadas al delta del río Guadalfeo, donde la sedimentación fluvial dominó a la erosión marina, creando canales temporales entrelazados que se aislaron posteriormente, y también al aporte subterráneo del acuífero Motril-Salobreña, cuyo nivel freático alcanza la superficie del suelo. Las comunidades vegetales que la conforman (aneales, juncales o carrizales) ofrecen refugio, alimento o lugar de cría a muchas especies amenazadas (siendo un punto estratégico de descanso para aves migratorias) (Exmo. Ayto. de Motril, 2015).

La Charca de Suárez comenzó a alterarse a partir del siglo XV al destinar sus terrenos al cultivo, a la edificación y a la instalación de fábricas, hasta llegar a su casi completa desecación, pero se empezó a restaurar hace unas décadas. Actualmente, este humedal ha sido “milagrosamente” conservado y recuperado de la especulación urbanística gracias a la iniciativa conservacionista de personas y grupos ecologistas (ej. Asociación Buxus) que lograron la reclasificación del enclave desde “terreno urbanizable” a la figura de protección “Reserva Natural Concertada” mediante un convenio de colaboración de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía y el Ayuntamiento de Motril, creando una comisión mixta de seguimiento (Exmo. Ayto. de Motril, 2015).

Charca de Suárez es objeto de un modélico programa de gestión ambiental que combina la conservación de sus altos valores ecológicos, paisajísticos, faunísticos y florísticos, con la investigación científica y la educación ambiental a amplios sectores sociales. En ella se han llevado a cabo una gran cantidad de investigaciones de diversa índole. Además, posee 29 cuadernos ambientales y libros divulgativos, explorando no solo el ámbito biológico y



medioambiental, sino también el empresarial, artístico, turístico, de construcción y de reciclaje de materiales. Por todo esto, posee un total de 11 premios y galardones (Exmo. Ayto. de Motril, 2015).

1.3. EL FARTET *Aphanius iberus* (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1846)

A partir del año 2018 se han realizado varias reintroducciones en Charca de Suárez de una de las especies más amenazadas de la ictiofauna ibérica (provenientes de una balsa de riego abandonada). El fartet ("Spanish toothcarp") *Aphanius Iberus* pertenece a la Familia Cyprinodontidae del Orden Cyprinodontiformes, dentro de la Clase Actinopterygii (Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible).

Estado de conservación del fartet. Es una especie endémica de la península ibérica, limitada al litoral mediterráneo español, donde se encuentra en solo 16 localidades (*Figura 1.* del Anexo I). Su categoría de amenaza a escala mundial, nacional y andaluza por la IUCN es en peligro de extinción (EN) debido a que sus poblaciones son pequeñas y están aisladas unas de otras. En Andalucía se encuentra solo en 2 localidades: en la Albufera de Adra, Almería (posiblemente ya extinto), y en Charca de Suárez, que constituye el límite sur de su área de distribución (Doadrio, 2002 y 2011).

Descripción de la especie. Es un pez de cuerpo corto y pequeño. Las tallas más grandes se dan en las hembras, que rara vez sobrepasan los 5 cm. Presentan una boca súpera (en posición dorsal con respecto a la cabeza), estando el maxilar inferior más desarrollado que el superior, dotada de dientes tricúspides. Sus aletas poseen una forma más o menos redondeada y la dorsal y la anal están dotadas de entre 9 y 11 radios ramificados, estando la primera de ellas retrasada con respecto a la mitad del cuerpo. Presenta un marcado dimorfismo sexual. Los machos, de menor tamaño, poseen bandas verticales plateadas y azuladas que se extienden hasta la aleta caudal, y su colorido varía desde el amarillo hasta el gris-verdoso. La coloración de las hembras es más críptica, pardo-grisácea, con manchas oscuras irregulares por todo el cuerpo (*Figura 2.* del Anexo I; Doadrio, 2002).

Biología y ecología del fartet. El fartet es una especie eurihalina y euriterma (resiste hasta 57 ‰ de salinidad y 32 °C de temperatura). Presenta una dieta omnívora [invertebrados (Cano-Rocabayera, 2020) y materia vegetal en función de la época del año]. Su reproducción es ovípara: se reproduce entre abril y octubre, llegando a poner hasta 900 huevos por hembra durante la época reproductiva, que eclosionan entre los 10 - 18 días (en función de la temperatura). Además, posiblemente resistentes a la sequía (Thompson, 2016). Durante el primer año de vida se observa una elevada mortalidad debido a que tienen una madurez temprana (aproximadamente 3 meses) y un elevado esfuerzo reproductor. El hábitat de la especie es muy variado, desde abrevaderos para el ganado, acequias de regadío, arroyos de altitud, charcas, desembocaduras, humedales, lagunas litorales, salinas o zonas bajas de los ríos. Sin embargo, muestra preferencia por aguas estancadas o de curso lento con fondo blando y abundante vegetación sumergida (donde deposita los huevos; Doadrio, 2002-2011; Ruiz-Navarro, 2017).

Factores de amenaza y declive de las poblaciones de la especie. De entre las amenazas que provocan el declive de las poblaciones de fartet, la principal es la destrucción físico-química de



su hábitat (Doadrio, 2002; Verdiell-Cubedo, 2012). Esta pérdida de hábitat generalmente se debe a la desecación de humedales con fines urbanísticos: construcción de presas (que produce variaciones drásticas en el caudal y la velocidad del agua de los ríos, además de disminuir el aporte de sedimentos y nutrientes a la vegetación de aguas abajo; Moyle, 1995) y edificación (como ocurrió en Charca de Suárez, desecada para la construcción de un hotel, extinguiendo a las poblaciones de fartet). La desecación de humedales puede tener también fines o intereses agrícolas, lo que conlleva la sobreexplotación de acuíferos para el riego de cultivos, como en L'Albufera de Valencia, que está aumentando su salinidad y disminuyendo su volumen (Oliva, 2008).

La pérdida de hábitat también puede ser debida a la eutrofización por acumulación de residuos orgánicos o fertilizantes procedentes de la ganadería y la agricultura, que producen una proliferación masiva de algas que consumen el oxígeno disponible (Cruz-Pizarro, 2003; Casas, 2011), y a la contaminación de las aguas con plaguicidas, como el diclorvos, que inhibe la actividad de la acetilcolinesterasa del fartet (Varo, 2018) y con herbicidas, como el glifosato, que se ha demostrado tóxico, letal y cancerígeno (Messaad, 2017).

La captura accidental en nasas y las enfermedades y parásitos son otra amenaza para el fartet, especialmente en centros de cría (Ruiz-Navarro, 2017). Por ejemplo *Saprolegnia parasítica* (saprolegniosis o enfermedad algodonosa) es un hongo parásito de huevos, piel, aletas, y branquias, que cambia ciertos parámetros fisiológicos sanguíneos (Mhaisen, 2019); *Ichthyophthirius multifiliis* y *Trichodina spp.* (ichthyophthiriosis o enfermedad del punto blanco y trichodinosis o enfermedad de la opacidad de la piel respectivamente) son dos protozoos ciliados parásitos que afectan a la piel y branquias (osmorregulación) (Özer, 2007; Gholami, 2014); otro agente biológico adverso es *Lernaea cyprinacea* (lerneosis), un crustáceo copépodo parásito externo (Sayyadzadeh, 2016). La gran mayoría de estas enfermedades y parásitos (todos de ciclo directo) están asociados a especies exóticas invasoras (Ruiz-Navarro, 2017). Existe también una alta mortalidad en laboratorio por infecciones bacterianas de *Vibrio parahaemolyticus* que provoca hemorragias externas y pudrición de la cola y *Mycobacterium*, que provoca lesiones tuberculares en diferentes órganos (Alcaide, 1999; Gómez, 2001).

Por otra parte, la especie presenta también problemas relacionados con la diversidad genética (Ruiz-Navarro, 2017), como una elevada divergencia genética entre poblaciones (Perdices, 2001); una baja diversidad genética dentro de las localidades (tamaño poblacional pequeño y área de distribución limitada), que origina un déficit de heterocigotos (Oliva, 2008); una alta fragmentación del hábitat que disminuye la migración y aumenta la deriva genética (González, 2017); y la introducción de especies exóticas como *Aphanius fasciatus* o *Fundulus heteroclitus* que hibridan con el fartet (Doadrio, 2002; Oliva, 2008).

Acciones de conservación del fartet. Existen muchas medidas implementadas de protección y conservación del fartet (Ruiz-Navarro, 2017), como la investigación aplicada a la especie (biología y ecología, alimentación o sustancias tóxicas; Torralva, 2002); programas de concienciación y divulgación ciudadana (carteles informativos en zonas de pesca; Nevado, 1999); centros de cría en cautividad (Centro de Conservación de Especies Dulceacuícolas de la Comunitat Valenciana; Centro Ictiológico del Delta del Ebro en Tarragona y el Centro de Cría y Conservación de Peces Amenazados de Los Villares, Córdoba) y programas de reintroducción



exitosos; restauración, rehabilitación y manejo de hábitats (creación en el delta del Ebro de un gradiente de conectividad hidrológica entre masas de agua para que el fartet pueda migrar según su necesidad; Rodríguez-Climent, 2013; Prado, 2017); creación de refugios en hábitats degradados (Magellán, 2016); regulación hídrica de humedales; conservación de la diversidad genética (8 Unidades Operacionales de Conservación por sus características genéticas: 3 en Cataluña, 3 en la Comunidad Valenciana, 1 en Murcia y 1 en Andalucía); y actuaciones de coordinación y cooperación entre administraciones y ONGs (Torralva, 2002).

Especies exóticas invasoras. A pesar de esta gran cantidad de acciones de conservación del fartet, existe otra gran amenaza sobre la especie (junto con la destrucción de hábitat) aún poco estudiada y de difícil control: la interacción con especies alóctonas invasoras. Estas especies exóticas son fundamentalmente el Percasol *Lepomis gibbosus*, la Perca americana *Micropterus salmoides*, el Fúndulo *Fundulus heteroclitus*, la Carpa *Cyprinus carpio* y el Cangrejo rojo americano *Procambarus clarkii*. Estos organismos interactúan directamente con el fartet actuando como competidores (por el alimento o por el espacio), como depredadores de huevos y alevines (el cangrejo rojo americano y el fúndulo) o de adultos (el percasol y perca americana) y como transformadores del medio (la carpa elimina la vegetación donde el fartet pone sus huevos), lo que acaba desplazando a la especie y diezmando sus poblaciones (Ruiz-Navarro, 2017).

1.4. EL PEZ MOSQUITO *Gambusia holbrooki* (Girarg, 1859)

El pez mosquito *Gambusia holbrooki* es la especie exótica invasora que puede afectar con una mayor severidad al fartet (ver abajo). El pez mosquito pertenece a la Familia Poeciliidae, dentro del Orden Cyprinodontiformes (Moreno-Valcárcel, 2017).

Origen y catalogación del pez mosquito. Originario de Estados Unidos, se introdujo en España en 1921 como potencial control de plagas de mosquitos (vectores del paludismo o la malaria). Actualmente, está distribuido por casi la totalidad de las cuencas hidrográficas de la península ibérica (encontrándose en gran abundancia poblacional en la Charca de Suárez), siendo catalogado por la IUCN como una de las 100 especies invasoras más peligrosas a nivel mundial (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España, 2007).

Descripción de la especie. Es un pez de pequeño tamaño (talla máxima de 5 cm en hembras y 3,5 cm en machos). Su cabeza es grande y deprimida dorsalmente. Presenta una boca súpera y ligeramente oblicua, dotada de pequeños dientes agudos. Las aletas son redondeadas y traslúcidas con pequeños puntos negros, estando la dorsal ligeramente retrasada con respecto a las anales. La especie tiene también un marcado dimorfismo sexual, los machos (más pequeños) tiene la aleta anal modificada a modo de órgano copulador (gonopodio) por una elongación de los radios 3º y 5º. Las hembras (de mayor tamaño) presentan un vientre más dilatado y con una mancha oscura en la parte ventral durante la época reproductiva. Su coloración es grisácea con tonos azules o amarillo-verdosos en los laterales (*Figura 3.* del Anexo I; Doadrio, 2002; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España, 2007).

Biología y ecología del pez mosquito. Es una especie eurihalina y euriterma, prefiriendo aguas someras o de curso lento con abundante vegetación. Tiene una elevada capacidad de



resistencia y adaptación, tolerando la contaminación, la baja concentración de oxígeno y las temperaturas elevadas: es un gran colonizador de aguas contaminadas y eutrofizadas. Posee un comportamiento gregario, formando harenes muy numerosos y voraces. Su dieta es omnívora y su reproducción (durante la primavera y el verano) es ovovivípara de fecundación interna, alcanzando la madurez sexual en pocos meses (entre 15 - 30 crías en cada alumbramiento, con un período de 20 días de desarrollo de los huevos aproximadamente) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España, 2007).

Problemática de la especie. Debido a sus hábitos alimenticios, a su voracidad y al gran tamaño de sus poblaciones, puede provocar la desaparición de macroinvertebrados, un incremento de protozoos y rotíferos, la descomposición del fitoplancton, el enturbiamiento del agua y procesos de eutrofización (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España, 2007). Comparte con el fartet misma dieta, mismo período reproductor (interfiriendo en él; Magellan, 2021) y hábitat. Aunque tiene mayor amplitud ecológica, explota los mismos nichos y se comporta como un voraz (Lopez, 2018) competidor (Carmona-Catot, 2013) y depredador, desplazando a las poblaciones de fartet hacia aguas más salobres (Ruiz-Navarro, 2013; Moreno-Varcárcel, 2017; Monti, 2021). Además, tiene una mejor eficiencia energética con respecto al fartet en la huída de depredadores (Rubio-García, 2020). Por otra parte, la posibilidad de erradicación o control de las poblaciones es de gran dificultad debido al gran tamaño que presentan (especie muy prolífica), a su elevada capacidad de adaptación y amplitud ecológica y a la conectividad de los ecosistemas acuáticos (Doadrio, 2002), además de suponer un elevado costo económico (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España, 2007).

Gestión del pez mosquito. Como propuestas para el control de esta especie exótica invasora se encuentra el cumplimiento de la normativa de las mismas; la concienciación y sensibilización de aficionados a la acuariofilia y a la pesca sobre el peligro de la suelta o translocación de individuos (evitando el comercio); revisión de los protocolos referidos a la especie para conocer exhaustivamente su distribución y abundancia; limpieza de material de pesca por parte de los pescadores para evitar las posibles traslocaciones; eliminación en charcas mediante pesca eléctrica y desecación; fomentar la investigación aplicada a la especie y elaboración de estrategias, planes y / o proyectos de control / erradicación / prevención ("Control de la gambusia en los montes de Mijas; Málaga, 2008" dentro del Programa andaluz para el control de especies exóticas invasoras; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España, 2007).

1.5. IMPORTANCIA DE ESTE TRABAJO

El interés de este trabajo reside en la importancia del estudio de la dinámica de las poblaciones de fartet en presencia y en ausencia del pez mosquito para conocer mejor sus interacciones ecológicas interespecíficas y para diseñar y ejecutar actuaciones de conservación más adecuadas a esta nueva situación de coexistencia, debido a la dificultad de erradicación total del pez mosquito en los ecosistemas. La mayoría de las acciones propuestas para el control de esta especie exótica son difíciles de ejecutar, como el control en la traslocación de individuos, la pesca eléctrica o desecación de cuerpos hídricos (solo efectivos en masas de agua pequeñas).



Además, es necesario conocer en qué medida la presencia del pez mosquito puede afectar a la viabilidad de las poblaciones de fartet restablecidas en este espacio natural para poder diseñar un método de control específico del pez mosquito que permita que las poblaciones de ambas especies puedan coexistir. Esto se debe a que los efectos de una especie exótica sobre una nativa pueden ser muy diferentes en función de las condiciones ambientales, desde depredación (Lopez, 2018) hasta la afiliación de cardúmenes (Keiller, 2021) con incluso intentos de cópula entre ambas especies (Magellan, 2021). En estas dos especies por ejemplo, se conoce que una salinidad elevada disminuye el efecto de la competencia por parte del pez mosquito, beneficiando al fartet; sin embargo, se desconoce la importancia e identidad de las relaciones interespecíficas entre el fartet y el pez mosquito dentro de las condiciones ambientales presentes en la Charca de Suárez.

Por otra parte, los trabajos que tienen como objeto de estudio ambas especies por separado son numerosos, sin embargo, los que han abordado la interacción entre ellas son escasos y a menudo poco concluyentes. Además, muy pocos estudios abordan el problema en condiciones naturales, cuyos resultados pueden diferir de los estudios realizados en condiciones de laboratorio (mayoritarios). Este trabajo se presenta como uno de los pocos actuales que estudian esta interacción de forma experimental, tanto en condiciones de laboratorio como en el medio natural, además de partir desde el inicio de poblaciones de ambas especies (alevines jóvenes nacidos simultáneamente). Por otra parte, ofrece información valiosa sobre la biología reproductiva de ambas especies (como un método eficaz de obtención de alevines).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS

2.1.1. Estudiar las relaciones ecológicas interespecíficas entre el fartet y el pez mosquito a través de dos aproximaciones experimentales:

2.1.1.1. Experimentación en condiciones controladas de laboratorio. Hipótesis de trabajo: La presencia de pez mosquito afectará negativamente al crecimiento y al tamaño poblacional del fartet (teniendo este una menor tasa de crecimiento y una mayor de mortalidad). Sin embargo, la presencia de fartet (presa) afectará positivamente al crecimiento del pez mosquito (depredador) y no afectará a su tamaño poblacional (teniendo una tasa de mortalidad similar en ausencia y en presencia de fartet).

2.1.1.2. Experimentación en condiciones naturales semicontroladas en lagunas de reciente creación. Hipótesis de trabajo: Las lagunas con solo una especie presentarán tamaños poblacionales más altos, en especial el pez mosquito. En las lagunas con ambas especies, el pez mosquito afectará negativamente al tamaño poblacional del fartet, y este no afectará al pez mosquito (o incluso lo beneficiará).



2.1.2. Realizar un seguimiento observacional de poblaciones de fartet ya existentes en dos lagunas de la Charca de Suárez:

2.1.2.1. Laguna de aclimatación inicial. Determinar el microhábitat preferido y la sex ratio de una población de fartet aislada del pez mosquito. Hipótesis de trabajo: El fartet tendrá preferencia por microhábitats muy soleados y con vegetación abundante. Además, las capturas de hembras serán más frecuentes.

2.1.2.2. Laguna mixta de la juncia. Determinar la zona de la columna de agua en la que se mueven el fartet y el pez mosquito cuando coexisten. Hipótesis de trabajo: El pez mosquito dominará las aguas superficiales mientras que el fartet quedará desplazado a las zonas más bentónicas de la laguna.

2.2. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE CADA ESPECIE

Diseñar un método eficaz de obtención de alevines de fartet y de pez mosquito. Hipótesis de trabajo: El protocolo optimizará la reproducción de cada especie y proveerá de información valiosa sobre su biología reproductiva (en vista a futuros estudios y a la conservación), a la vez que obtenemos los individuos necesarios para la experimentación de los apartados anteriores.

2.2.1. Realizar una descriptiva de la descendencia de ambas especies. Descendencia viable e inviable con respecto a la total, fecha de nacimiento y número de alevines obtenidos y tiempo de eclosión de huevos de fartet en función de la época del año en la que se desarrollan. Hipótesis de trabajo: El fartet tendrá una mayor descendencia total y una mayor proporción de inviable que el pez mosquito; el tiempo de incubación de sus huevos se hará menor con la aproximación del verano.

2.2.2. Comparar la descendencia viable producida entre ambas especies. Hipótesis de trabajo: El número de descendientes viables de fartet será mayor que los de pez mosquito.

2.2.3. Demostrar la potencial resistencia a la sequía de huevos de fartet. Hipótesis de trabajo: Cierta proporción de huevos resistirán a la sequía debido a la evolución de la especie en el clima mediterráneo.

2.2.4. Comparar el desgaste energético sufrido tras la reproducción en ambas especies. Hipótesis de trabajo: El decremento de la condición física será mayor en el fartet debido a su elevado esfuerzo reproductor (más pronunciado en hembras).

2.2.5. Establecer una relación entre el esfuerzo reproductor y la producción. Hipótesis de trabajo: Un mayor desgaste energético en las hembras se relacionará con una mayor producción de descendientes en ambas especies.

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS DIFERENTES CUERPOS DE AGUA

Caracterizar la vegetación y los parámetros físico-químicos de los diferentes cuerpos de agua usados. Hipótesis de trabajo: Informarán del correcto funcionamiento del ecosistema acuático y aportarán información valiosa para futuros estudios o reintroducciones.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. EXPERIMENTOS DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS

3.1.1. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

3.1.1.1. Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie

El experimento se inició el 14-VI-2021 tras obtener una cohorte de 15 días de alevines de fartet y de pez mosquito (nacidos durante un período de 15 días anterior al inicio del experimento; *Figura 4.* del Anexo I), disponiendo en cada unidad experimental el mismo número de individuos. Se llevó a cabo un diseño experimental con un factor *PRESENCIA DE LA OTRA ESPECIE* con dos niveles: “ESPECIE SOLA” (Control 1: 30 alevines de pez mosquito; Control 2: 30 alevines de fartet) y “ESPECIES JUNTAS” (15 alevines de pez mosquito + 15 alevines de fartet), y un factor *TIEMPO* con 6 niveles (“1ª”, “2ª”, “3ª”, “4ª”, “5ª” y “6ª” semana). Se usaron 12 acuarios (4 réplicas por tratamiento) de 5 L distribuidos aleatoriamente al aire libre y en condiciones de semisombra. El 75 % del agua de los acuarios se renovaba cada 3 días de forma manual y a cada unidad experimental (acuario) se añadió la misma cantidad de macrófitos (*Ceratophyllum demersum*, que actúa de refugio, alimento y filtro; *Figura 5.* del Anexo I).

El alimento de los alevines en la primera semana consistió en el 15 % del biovolumen de peces existente al día (compuesto por zooplancton y fitoplancton vivo filtrado de las lagunas de Charca de Suárez). En la segunda semana el 12 % (compuesto de nuevo por zooplancton y fitoplancton vivo filtrado). La tercera y cuarta semana el 10 % diario (5 % zooplancton y fitoplancton vivo filtrado + 5 % rotíferos congelados). Durante la quinta semana el 8 % diario (4 % rotíferos congelados + 4 % *Daphnia spp.* congelada). En la sexta semana el 8 % diario (4 % *Daphnia spp.* congelada + 4 % *Artemia spp.* congelada; comunicación personal con expertos ictiólogos del Centro de Cría y Conservación de Peces Amenazados de Los Villares, Córdoba). El zooplancton filtrado estaba constituido (entre otros) por nauplios de *Daphnia spp.*, rotíferos, paramecios, ácaros, etc; y el fitoplancton por especies como *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus spp.*, *Coelastrum microporum*, *Cryptomonas spp.*, *Kirchneriella spp.*, *Rhodomonas spp.*, *Monoraphidium spp.*, etc (Madrona, 2006). Los invertebrados congelados comercializados fueron de la marca “OCEAN NUTRITION; Natural Aquarium Foods”.

Con una resolución diaria a semanal se cuantificó el número de individuos hasta la finalización del experimento 6 semanas después. La cuantificación de alevines se hizo por observación directa y captura de imágenes sin manipulación de los peces, para evitarles estrés. En los acuarios mixtos (con ambas especies presentes) se partió de la mitad de individuos de cada una comparado con los acuarios en los que las especies estaban solas, por lo que se normalizaron esos valores multiplicando por 2 el valor del número de individuos obtenido.

3.1.1.2. Relaciones interespecíficas partiendo de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie

Este experimento se llevó a cabo con el mismo diseño experimental anterior, pero partiendo de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie. Se inició el 27-V-2021 tras obtener una



cohorte de alevines de fartet y de pez mosquito de los 15 días anteriores, disponiendo en cada unidad experimental la misma biomasa inicial de peces (medida como biovolumen, aproximación equivalente de la biomasa, por su facilidad de cuantificación in vivo). Este experimento fue diseñado para compensar la diferencia de tamaño entre alevines de ambas especies (y su diferente estrategia reproductiva; *Figura 6.* del Anexo I).

Se midió el biovolumen de alevines de una cohorte de 15 días de pez mosquito y de fartet (*Figura 7.* del Anexo I) según el siguiente protocolo: se cuantificó el número medio de alevines de cada especie que son necesarios para aumentar el volumen de agua de un vial eppendorf (tarado) de 1 cm^3 a $1,1\text{ cm}^3$ (*Figura 8.* del Anexo I). Tras realizar 10 repeticiones para cada especie, se calculó el número medio de alevines de cada especie que ocupan un volumen de $0,1\text{ cm}^3$. Los alevines fueron introducidos uno a uno previamente escurridos en papel de filtro. Mediante cálculo proporcional se obtuvo el número de alevines de fartet que equivalen biovolumétricamente a un alevín de pez mosquito. Usando este protocolo, la mortalidad de alevines durante el proceso fue nula.

El diseño experimental tuvo un factor *PRESENCIA DE LA OTRA ESPECIE* con dos niveles: “ESPECIE SOLA” [Control 1: $0,1\text{ cm}^3$ de pez mosquito (10 alevines); Control 2: $0,1\text{ cm}^3$ de fartet (50 alevines)] y “ESPECIES JUNTAS” [$0,05\text{ cm}^3$ de pez mosquito (5 alevines) + $0,05\text{ cm}^3$ de fartet (25 alevines)], y un factor *TIEMPO* con 6 niveles (“1^a”, “2^a”, “3^a”, “4^a”, “5^a” y “6^a” semana; *Figura 9.* del Anexo I). Se usaron los mismos 12 acuarios de 5 L del experimento anterior (4 réplicas por tratamiento). La disposición de los acuarios, la cantidad de macrófitos, la renovación del agua y la alimentación de alevines fueron idénticos a los del experimento anterior.

El biovolumen de los peces se midió al inicio y al final del experimento (*Figura 10.* del Anexo I) y no durante los días intermedios, para minimizar el estrés sobre los peces y evitar que pudiera afectar a su biomasa. Para la estimación del biovolumen de cada especie y acuario durante los días intermedios, se cuantificó con una resolución diaria a semanal el número de individuos de cada especie y acuario hasta la finalización del experimento (6 semanas después). El número de individuos se convirtió a biovolumen asumiendo una tasa de crecimiento constante, calculando la tasa de crecimiento medio de cada especie como diferencia entre el biovolumen medio final menos el inicial dividido por el número de semanas transcurridas. La tasa de crecimiento obtenida se utilizó para calcular el biovolumen medio semanal de cada pez a partir del valor de biovolumen de la semana anterior, multiplicado por el número de individuos observado cada semana.

En los acuarios mixtos los valores de biovolumen se normalizaron multiplicando por 2 el valor obtenido de cada especie (de la misma forma que en el experimento anterior).

3.1.2. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES NATURALES SEMICONTROLADAS EN LAGUNAS DE RECIENTE CREACIÓN

Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie

Este experimento ecosistémico se llevó a cabo en lagunas seminaturales de nueva creación en una zona experimental dentro de la RNC Charca de Suárez (*Figura 11.* del Anexo I). El diseño experimental tuvo un factor *PRESENCIA DE LA OTRA ESPECIE* con dos niveles: “ESPECIE SOLA”



(Control 1: 100 individuos adultos sexualmente maduros con razón de sexos 1:1 de pez mosquito; Control 2: 100 individuos con razón de sexos 1:1 de fartet) y “ESPECIES JUNTAS” (100 individuos con razón de sexos 1:1, 50 de pez mosquito y 50 de fartet); y un factor *TIEMPO* con 6 niveles (“0”, “15”, “30”, “45”, “60” y “75” días). Se utilizaron 6 lagunas experimentales (2 réplicas por tratamiento).

Las lagunas experimentales se excavaron el 12-III-2020 con un tamaño inicial de 2 m x 2 m x 2 m (ancho x largo x profundo; *Figura 12*. del Anexo I) y se introdujeron los individuos de cada especie el 23-III-2021 [tras un período de naturalización de las lagunas de un año (*Figura 13*. del Anexo I) y antes del inicio del período reproductivo de ambas especies]. La distribución de los tratamientos fue al azar ya que cada laguna había evolucionado de forma ligeramente diferente a las demás en cuanto a vegetación, biodiversidad de invertebrados, forma, profundidad, etc.

Tras un período de adaptación, se comenzó a muestrear del 20-IV-2021 hasta el 04-VII-2021. Se usaron 6 nasas cilíndricas de 47 cm x 25 cm con una entrada en cada extremo de 4cm de diámetro, cebadas siempre de la misma forma (una sardina troceada; *Figura 14*. del Anexo I). Los censos se realizaron cada 15 días a lo largo del período matinal con 3 tiradas consecutivas de una hora cada una (lanzando la nasa tras contar y soltar los peces capturados en la tirada anterior) según la siguiente distribución de valores horarios medios: Tirada 1 = 09:35-10:35 h; Tirada 2 = 10:41-11:41 h; Tirada 3 = 11:49-12:49 h.

Se anotó el número de individuos capturados de cada especie y se realizó una sumatoria de individuos totales capturados de cada especie en cada día de muestreo. Los valores de las lagunas mixtas se normalizaron del mismo modo que en los experimentos de laboratorio (multiplicando por 2 el número de peces capturados).

3.1.3. SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET EXISTENTES

En dos lagunas de Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida

3.1.3.1. Laguna de aclimatación inicial

Esta laguna se localiza en la parte Este del humedal y está libre de pez mosquito. Tiene un tamaño medio de 3 m x 16 m x 50 cm (ancho x largo x profundo). En ella se introdujeron 400 individuos de fartet el día 06-IV-2018 y 250 individuos el 17-VII-2019. Se seleccionaron 3 microhábitats diferentes de muestreo (*Figura 15*. del Anexo I):

Microhábitat A. Zona menos profunda que la profundidad media de la laguna, con vegetación abundante y muy soleada.

Microhábitat B. Zona más profunda que la profundidad media, con vegetación muy abundante (ambiente muy cerrado), pero algo menos soleada que la zona A.

Microhábitat C. Zona menos profunda que la profundidad media de la laguna, con vegetación pero nada soleada (árboles a su alrededor).



Se tomaron muestras desde el 31-I-2021 hasta el 15-VI-2021 usando 3 nasas cebadas (idénticas a las anteriormente usadas). Los censos se realizaron como en las lagunas experimentales (cada 15 días y con 3 tiradas) en cada uno de los microhábitats seleccionados a nivel bentónico. Se anotó el número de machos y de hembras capturados en cada una de las tiradas de cada microhábitat.

Los valores de capturas obtenidos se dividieron en dos grupos para su análisis estadístico:

- Uno que consideró un factor *MICROHÁBITAT* con 3 niveles (“A”, “B” o “C”) y un factor *TIEMPO* con 10 niveles (desde el día “0” hasta el día “135” en intervalos de 15 días), siendo la variable dependiente el *NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS CAPTURADOS* para cada día de muestreo.

- Otro grupo que consideró un factor *SEXO* con dos niveles (“MACHO” o “HEMBRA”) y un factor *TIEMPO* (idéntico al anterior), siendo la variable dependiente el *NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS CAPTURADOS* para cada día de muestreo.

3.1.3.2. Laguna mixta de la juncia

Localizada en la parte Sur del humedal, tiene un tamaño medio de 4 m x 12 m x 1,7 m (ancho x largo x profundo; *Figura 16.* del Anexo I). En ella se introdujeron 300 individuos de fartet en Junio del 2019 y presentaba una población inicialmente establecida de pez mosquito.

Se muestreó cada 15 días con 3 tiradas de nasas consecutivas (como en los casos anteriores) desde el 18-I-2021 hasta el 18-VI-2021. Se usaron las mismas 3 nasas cebadas que en el caso anterior. Se realizaron dos muestreos diarios consecutivos, siendo el primer día el muestreo en fondo (nasa dispuesta sobre el bentos) y el día siguiente en superficie (parte superior de la nasa justo debajo de la superficie de la lámina de agua). En cada censo se anotó el número total de individuos capturados de cada especie en cada tirada.

Los datos se agruparon para cada especie de forma que solo se consideró el factor *ZONA* con dos niveles (“FONDO” o “SUPERFICIE”) y el factor *TIEMPO* con 11 niveles (desde el día “0” hasta el día “150” en intervalos de 15 días), siendo la variable respuesta el *NÚMERO DE INDIVIDUOS CAPTURADOS*.

3.2. EXPERIMENTOS DE BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE CADA ESPECIE

DISEÑO DE UN MÉTODO OPTIMIZADO DE OBTENCIÓN DE ALEVINES DE FARTET Y PEZ MOSQUITO: Información sobre la biología de las especies

Se usaron 14 acuarios de 10 L cada uno (18 cm x 35 cm x 25 cm): 7 para obtener alevines de fartet y los otros 7 para los de pez mosquito. La parte superior trasera de cada uno se conectó a través de dos tubos con un filtro biológico para cada especie dispuesto para la depuración del agua de los acuarios. Uno de los tubos retiraba agua del acuario (con las sustancias tóxicas de desecho provenientes de la excreción de los peces) hasta el filtro biológico y el otro llevaba agua de renovación desde el filtro biológico hasta el acuario (*Figura 17.* del Anexo I). El agua circulaba dentro del sistema de tubos mediante 4 bombas silenciosas de riego de superficie “STERWINS 250Tp-3 de 250 w, caudal máximo de 1500 L/h” conectadas a la corriente eléctrica durante 30 minutos cada dos días.



Los filtros biológicos (uno para cada especie) consistieron en dos tanques de 1000 L de plástico translúcido, abiertos en la parte superior y llenados con agua de uso doméstico. En cada uno se introdujeron 20 L de *Ceratophyllum demersum*, 6 individuos de *Typha latifolia* (filtro verde) y 10 L de fango bioactivo del fondo de una de las lagunas (con microorganismos potenciadores de la actividad filtradora; *Figura 18.* del Anexo I).

La adecuación de los acuarios fue distinta en función de la biología reproductiva de cada especie. Para el fartet se usaron 7 plantas acuáticas artificiales (10 tiras de lana negra ancladas) donde ponían los huevos. Para el pez mosquito se usaron parideras (“jaulas” que separan alevines de adultos mediante una rejilla cuando una hembra da a luz, evitando la depredación; *Figura 19.* del Anexo I). La instalación de acuarios se llevó a cabo al aire libre en condiciones de semisombra el 24-II-2021. Los individuos adultos reproductores (1 macho + 3 hembras por acuario) se introdujeron el 06-III-2021, midiéndolos y pesándolos inicialmente.

La limpieza de los acuarios consistió en sifonar el fondo cada 2 días (aspirando restos de comida y excrementos) y eliminar algas filamentosas de las paredes cada 25 días. En los filtros biológicos se retiró el exceso de vegetación cada 25 días hasta devolverlos a su estado inicial.

Los peces fueron alimentados diariamente con dos tipos de alimento de forma alternativa para satisfacer su dieta omnívora:

- *Alimento 1.* Invertebrados acuáticos (1 gr/día); 30 % *Daphnia spp.*, 30 % *Artemia spp.*, 30 % larvas de *Chironomus spp.* (marca “OCEAN NUTRITION; Natural Aquarium Foods”) y 10 % pienso en escamas (idéntico al alimento 2).
- *Alimento 2.* Pienso vegetal en escamas (0,15 gr/día); Ingredientes mayoritarios: concentrado de plancton marino, vegetales, cereales, algas, lecitina, derivados del pescado y crustáceos, minerales, etc. (marca “KIKI Aqualine GOLD”).

Las plantas artificiales fueron revisadas diariamente. Después de localizar huevos de fartet, se extraían con un pincel (*Figura 20.* del Anexo I) y se depositaban en una placa de Petri para su posterior incubación. Se anotó la fecha de recogida de huevos, el número de pecera y el número de huevos obtenidos de cada una.

Los huevos se incubaron en un acuario de 20 L con una bomba de aire de funcionamiento constante en condiciones de luz y temperatura ambiental. Para frenar la esporulación y el desarrollo de hongos (que podrían dañar a los huevos) se le añadió agua con 5 ‰ de salinidad (renovada totalmente cada 25 días; *Figura 21.* del Anexo I). Los huevos se revisaban diariamente, retirando los enfermos (de aspecto blanquecino y piloso; *Figura 22.* del Anexo I). Cuando adquirían un color dorado (indicador de la próxima eclosión del alevín, *Figura 23.* del Anexo I) se sacaban del acuario de incubación para facilitar la localización de los alevines (renovando el agua de la placa diariamente). Estas placas exteriores se revisaban diariamente, retirando y anotando los alevines eclosionados.

Los alevines de fartet se mantuvieron en un acuario de 10 L en el exterior para formar la cohorte de 15 días. Fueron alimentados de la misma forma que los experimentos de laboratorio anteriores y se añadió vegetación natural (*C. demersum*). El agua se renovaba en un 75 % cada 3 días.



Las parideras de pez mosquito eran revisadas cada día. Cuando una hembra daba a luz, los alevines se trasladaban a un acuario de 10 L con las mismas condiciones y mantenimiento que el del fartet. En este caso se anotó la fecha, el número de pecera y el número de alevines vivos y muertos obtenidos (*Figura 22. del Anexo I*).

Esta parte del proyecto finalizó una vez obtenidos y dispuestos los alevines para la experimentación de laboratorio, tras 64 días reproductivos. Los días reproductivos empezaron a contarse a partir del día en el que se encontró el primer huevo en el caso del fartet y el primer alevín en el caso del pez mosquito. Los 64 días reproductivos para el fartet fueron desde el 16-III-2021 hasta el 18-V-2021 y el del pez mosquito desde el 14-V-2021 hasta el 16-VII-2021. El último día reproductivo se volvió a medir el peso y la longitud de los individuos reproductores.

Los datos obtenidos fueron agrupados y tratados de diferente forma según los siguientes apartados:

3.2.1. DESCENDENCIA DEL FARTET Y DEL PEZ MOSQUITO

Se describió la biología reproductora de ambas especies mediante los siguientes apartados:

- Descendencia viable e inviable (huevos desechados de fartet o alevines que nacen muertos de pez mosquito) con respecto a la descendencia obtenida cada día reproductivo y en total.
- Número de alevines obtenidos para cada especie y su fecha de nacimiento / eclosión.
- Variación del tiempo de eclosión de los huevos de fartet en función de la época del año en la que se desarrollan (agrupados por quincenas) en la cual es diferente el fotoperiodo, la temperatura, etc.

3.2.2. ESTRATEGIA REPRODUCTIVA Y PRODUCCIÓN DE DESCENDIENTES VIABLES EN FUNCIÓN DEL DÍA REPRODUCTIVO Y LA ESPECIE

Se comparó la descendencia viable producida (huevos que eclosionan de fartet y alevines que nacen vivos de pez mosquito) en un período de 64 días entre ambas especies (estrategia reproductiva). Los factores fueron *ESPECIE*, con dos niveles (“FARTET” o “PEZ MOSQUITO”), y *DÍA REPRODUCTIVO* (covariable con 64 niveles: 1 a 64), y la variable respuesta fue *DESCENDENCIA VIABLE TOTAL OBTENIDA* cada día reproductivo.

3.2.3. POSIBLE RESISTENCIA DEL FARTET A LA SEQUÍA (INCUBACIÓN EN SECO DE HUEVOS)

Se realizó una primera aproximación sobre la potencial resistencia de huevos de fartet a la falta de agua. Se usaron 8 recipientes de 8 cm x 8 cm x 4 cm (0,22 L) en cuya tapa se perforaron 4 agujeros para el intercambio gaseoso. En ellos se introdujo fibra de coco húmeda (simulando el fondo de una laguna seca). Esta fibra fue hervida durante 10' y secada en un horno durante 15' a 180 °C para eliminar el exceso de acidez y esterilizarla. Después se humedeció con agua mineral (1,5 L de fibra de coco + 0,5 L de agua), y sobre ella se dispusieron 20 huevos el 29-V-2021 (incubados en oscuridad y a temperatura ambiental). Los



huevos introducidos presentaban diferente grado de desarrollo (puestos entre el día 19-V-2021 y el 29-V-2021 y repartidos al azar; *Figura 24.* del Anexo I).

Tras 15 días de incubación en seco se restauraron las condiciones hídricas a los huevos supervivientes. Tras 24 horas se cuantificó el número de alevines que habían eclosionado en cada recipiente (*Figura 25.* del Anexo I) y se establecieron las proporciones de huevos resistentes y no resistentes con respecto al total.

3.2.4. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DEL SEXO Y LA ESPECIE

Se comparó el desgaste energético sufrido entre ambas especies tras 64 días reproductivos, partiendo de las medidas iniciales y finales de longitud y peso de cada individuo reproductor. Se calculó el factor de condición física de Fulton (K) inicial y final con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{100 \times \text{peso del pez (gr)}}{\text{longitud del pez (cm)}}$$

$K \geq 1$ indica una buena condición física del pez; $K < 1$ indica un mal estado físico (Famoofo, 2020). Después, se calculó el decremento de la condición física = K inicial – K final.

Los factores fueron *SEXO* (con dos niveles: “HEMBRA” o “MACHO”) y *ESPECIE* (con dos niveles: “FARTET” o “PEZ MOSQUITO”) y la variable dependiente fue el *DECREMENTO DE K*.

3.2.5. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS O ALEVINES

Se comprobó si un mayor decremento de la condición física se relaciona con una mayor producción de huevos (en el caso de fartet) y alevines (en el caso del pez mosquito). Las dos variables analizadas mediante un análisis de correlación fueron: *MEDIA DEL DECREMENTO DE K DE LAS HEMBRAS* y *CANTIDAD TOTAL DE HUEVOS O ALEVINES PRODUCIDOS* por acuario (incluyendo los huevos que se desechan de fartet y los alevines que nacen muertos de pez mosquito) en el período reproductor de 64 días.

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS DIFERENTES CUERPOS DE AGUA: Vegetación y parámetros físico-químicos

Las masas de agua analizadas en este proyecto fueron: Lagunas Experimentales 1, 2, 3, 4, 5 y 6, Laguna mixta de la juncia y de aclimatación inicial, y Filtro biológico de fartet y de pez mosquito.

Para caracterizar la vegetación se realizaron dos muestreos durante la época reproductiva (28-III-2021 y 01-VI-2021) entre los cuales la vegetación no se manipuló y se dejó evolucionar de forma natural. En cada muestreo se identificaron los macrófitos sumergidos en el agua (Blanca, 2011) y se estimó (mediante fotografías) la cobertura de cada especie con respecto a la superficie total de cada cuerpo de agua. Después se calculó una media de estos valores y una sumatoria (cobertura vegetal total de cada laguna).

Fueron medidos también ciertos parámetros físico-químicos (de importancia en la época reproductiva) el 15-IV-2021 y el 15-VI-2021, y se calculó el valor medio de ambas mediciones:



Temperatura. Medida en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) con la sonda multiparamétrica “Hanna instruments, HI 9828”.

Turbidez. Medida del grado de transparencia del agua debido a la presencia de partículas sólidas en suspensión. Fue medida en Unidades de turbidez de la Formazina (FTU) mediante el turbidímetro “Lovibond TB 211 IR”.

pH. Medida del grado de acidez o concentración de hidrogenoiones del agua. Medida con la sonda multiparamétrica “Hanna instruments, HI 9828”.

Conductividad eléctrica. Capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica (medida indirecta y positivamente relacionada con la cantidad de sales disueltas). Sus unidades son $\mu\text{S}/\text{cm}$. Fue medida con la misma sonda anterior.

Oxígeno disuelto. Cantidad de O_2 disuelto en el agua (indicador de su calidad). Sus unidades son mg/L y también el porcentaje de saturación. Fue medido con la sonda anterior.

Fosfato total. El fósforo en esta forma proviene generalmente de aguas residuales (excrementos, detergentes, etc) y/o fertilizantes. Sus unidades son mg/L . El aparato de medida fue el “Kit Fosfatos: Líquido y sólido Hanna instruments” (con los reactivos A: HI 93717A – 0 líquido; y B: HI 93717B – 0 en polvo) y el fotómetro multiparamétrico “Hanna instruments HI83200”.

Cloro total. Cantidad de cloro presente tanto de forma libre (ácido hipocloroso HOCl, ión hipoclorito OCl^- y cloro molecular disuelto) como combinado (en forma de cloraminas). Proveniente de las aguas uso doméstico (y residuales), es especialmente importante en los filtros biológicos. Sus unidades son mg/L . El aparato de medida fue el “Kit Cloro total: Líquido Hanna instruments HI 93701-T” (con los reactivos A: HI 93701A – T indicador DPD1; B: HI 93701B – T tampón DPD1; y C: HI 93701C – solución DPD3) y el fotómetro multiparamétrico anterior.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para realizar el análisis estadístico de los datos se utilizó el software estadístico “R Studio” (versión de R i386 4.1.0 x64) y para las representaciones gráficas la aplicación de hojas de cálculo “Excel” integrada en “Microsoft Office 365”.

Para testar las hipótesis del efecto de la presencia de la otra especie y del tiempo, los análisis estadísticos de los dos experimentos en laboratorio y del experimento ecosistémico en condiciones naturales se llevaron a cabo mediante un modelo lineal general mixto ejecutando la función “lmer” del paquete “lme4” y “lmerTest” (*Script 1* del Anexo II). Se incluyeron los factores *PRESENCIA DE LA OTRA ESPECIE*, *TIEMPO* y su interacción. Se añadió además el factor aleatorio *NÚMERO DE ACUARIO* (niveles del “1”-“8” para pez mosquito y de “5”-“12” para fartet) para los experimentos de laboratorio, o *NÚMERO DE LAGUNA EXPERIMENTAL* (niveles “2”, “3”, “4” y “6” para pez mosquito y “1”, “2”, “3” y “5” para fartet) para el experimento ecosistémico. Las variables dependientes fueron *NÚMERO DE INDIVIDUOS*, *BIOVOLUMEN*, y *NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS CAPTURADOS* respectivamente para los tres experimentos descritos. Además, con objeto de considerar al tiempo como factor intrínseco (“within factor”),



se realizó también un análisis de la varianza de muestras repetidas en el tiempo (RMANOVA) ejecutando la función “ezANOVA” del paquete “ez” (que incluye la prueba de esfericidad mediante el test de Mauchly, las correcciones para cumplirla de Greenhouse-Geisser y Huynh-Feldt, y considera al tiempo como “within factor”) y se compararon los valores de p con los obtenidos mediante el modelo mixto.

Se comprobó la asunción de normalidad de los residuales ejecutando la prueba de Shapiro-Wilk con la función “shapiro.test”; cuando no se cumplió, se transformaron los datos con la raíz cuadrada (experimentos de laboratorio de mismo biovolumen en ambas especies).

Para testar las hipótesis del efecto del microhábitat en la Laguna de aclimatación inicial, y la hipótesis de la influencia de la zona en la Laguna mixta de la juncia (seguimiento de poblaciones de fartet ya establecidas) se utilizó el mismo modelo lineal general mixto anterior. Para la Laguna de aclimatación inicial se incluyeron los factores *TIEMPO*, *MICROHÁBITAT* y su interacción, y un factor aleatorio *IND* [numeración del “1” al “9” de cada una de las combinaciones de cada réplica (tirada) en cada *MICROHÁBITAT* por cada *TIEMPO*], siendo la variable respuesta el *NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS CAPTURADOS*. En la laguna mixta de la juncia consideramos los factores *ZONA*, *TIEMPO* y su interacción, y el factor aleatorio *IND*, siendo la variable dependiente el *NÚMERO DE INDIVIDUOS CAPTURADOS* para cada especie. Además, se realizó también un análisis de la varianza de muestras repetidas en el tiempo (RMANOVA).

La asunción de normalidad de los residuales se comprobó ejecutando la prueba de Shapiro-Wilk con la función “shapiro.test”, que se cumplió en ambas lagunas al transformar los datos con el logaritmo decimal.

Cuando se observaron efectos interactivos significativos, se llevó a cabo un análisis de contraste POST-HOC sobre el modelo mixto de medidas repetidas mediante la función “lsmeans” del paquete “emmeans” y la función “pairs”.

Las influencia del sexo y del tiempo en las capturas de los individuos en la Laguna de aclimatación inicial, el desgaste energético en función de la especie y del sexo, y la estrategia reproductiva y producción de descendientes viables en función de la especie se analizaron con un análisis de la varianza de dos factores (ANOVA de dos vías) mediante la función “aov” (*Script 2* del Anexo II). Los factores incluidos para la Laguna de aclimatación inicial fueron el *SEXO* y el *TIEMPO*, siendo la variable respuesta el *NÚMERO DE INDIVIDUOS CAPTURADOS*. Para el desgaste energético en función del sexo y la especie los factores fueron *SEXO* y *ESPECIE* y la variable dependiente fue el *DECREMENTO DE K*. Para la producción de descendientes viables (estrategia reproductiva) se incluyeron los factores *DÍA REPRODUCTIVO* y *ESPECIE* siendo la *DESCENDENCIA VIABLE* la variable respuesta. La asunción de homogeneidad de varianzas se calculó mediante el test de Levene con la función “leveneTest”, y la de la normalidad de los residuales mediante la prueba de Shapiro-Wilk con la función “shapiro.test”. Los datos cumplieron estas asunciones con la transformación del logaritmo decimal en el caso de la Laguna de aclimatación inicial y con la transformación de la raíz cuadrada en el caso de la producción de descendientes viables en función de la especie y el desgaste energético en función de la especie y del sexo. No fue necesario realizar análisis POST-HOC en ninguno de los casos, ya que no hubo término de interacción significativo.



El desgaste energético en función de la producción de huevos o alevines se comprobó mediante un modelo de regresión lineal simple entre las variables *DECREMENTO DEL FACTOR DE CONDICIÓN FÍSICA DE FULTON* y *PRODUCCIÓN DE HUEVOS O ALEVINES*, obteniendo los valores de R^2 , la ecuación de la recta y el valor de p (*Script 3* del Anexo II).

Finalmente, el desgaste energético en función de la producción de huevos o alevines; la descendencia del fartet y del pez mosquito; la posible resistencia del fartet a la sequía (incubación en seco de huevos); el biovolumen (biomasa) medio de una cohorte de 15 días de fartet y pez mosquito; y la caracterización de los diferentes cuerpos de agua: vegetación y parámetros físico-químicos fueron descritos y analizados gráficamente (valores medios, ecuaciones, etc) con el software "Excel".



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EXPERIMENTOS DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS

4.1.1. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

4.1.1.1. Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie

Fartet. La presencia del pez mosquito, el tiempo y su interacción, mostraron un efecto significativo sobre el número de individuos de fartet ($p < 0,05$ tanto en el modelo lineal general mixto como en el ANOVA de muestras repetidas en el tiempo; Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al número de individuos de fartet con los factores presencia de pez mosquito, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Presencia de pez mosquito	79,74	79,75	1	6	38,82	7,906e-04
Tiempo	892,2	223,0	4	24	108,6	5,260e-15
Presencia de pez mosquito: Tiempo	86,15	21,5	4	24	10,49	4,666e-15

Tabla 2. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al número de individuos de fartet con los factores presencia de pez mosquito, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados; $p[GG]$ = p ajustado con la corrección de Greenhouse-Geisser y $p[HF]$ = p ajustado con la corrección de Huynh-Feldt cuando no es cumplida la asunción de esfericidad.

	ANOVA de muestras repetidas en el tiempo						Corrección esfericidad	
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	p[GG]	p[HF]
Intercepto	1	6	19272,1	40,20	2876,4	2,821e-09		
Presencia de pez mosquito	1	6	260,1	40,20	38,82	7,906e-04		
Tiempo	4	24	892,2	49,30	108,6	5,260e-15	5,135e-08	9,173e-11
Presencia de pez mosquito: Tiempo	4	24	86,15	49,30	10,49	4,666e-05	2,951e-03	5,705e-04

La interacción entre ambos factores se debió a que el efecto negativo de la presencia de pez mosquito sobre el número de individuos de fartet se incrementó con el tiempo. A partir de la segunda semana, el número de individuos de fartet se hizo significativamente menor en presencia que en ausencia de pez mosquito (post-hoc, $p < 0,05$; haciéndose más significativo con un valor de p cada vez más pequeño). El número de individuos de fartet disminuyó significativamente (post-hoc, $p < 0,05$) desde la semana 0 (30) a la semana 4 (20,75) cuando estaba solo, siendo esta disminución mayor en presencia de pez mosquito (de 30 a 13). La tendencia en ambos casos fue decreciente (estabilizándose a partir de la semana 3) (Figura 26 y POST-HOC 1 del Anexo II).

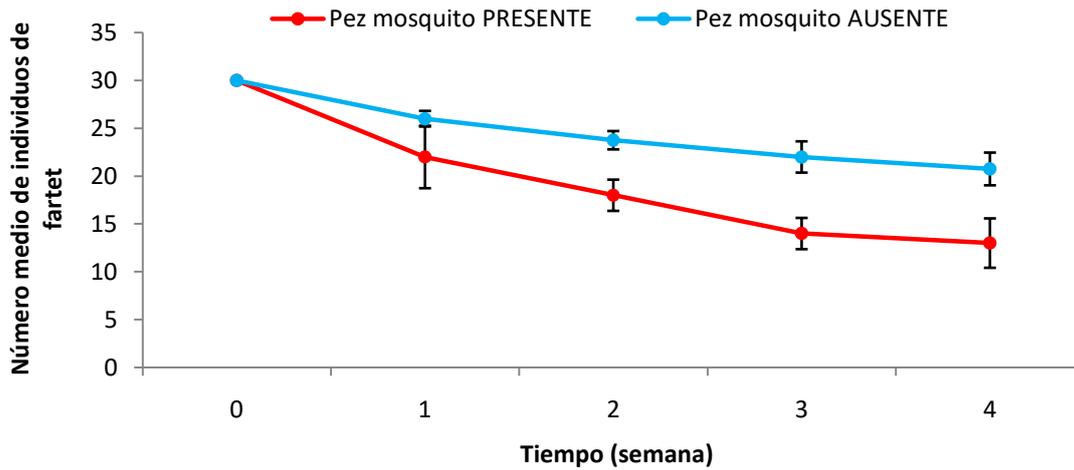


Figura 26. Número medio de individuos de fartet existente cada semana en función de si el pez mosquito está presente o ausente. Tiempo representado desde la semana 0 (14-VI-2021) hasta la 4 (12-VII-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Pez mosquito. El tiempo mostró un efecto significativo sobre el número de individuos de pez mosquito ($p < 0,05$ en ambos modelos), sin embargo no hubo efecto significativo de la presencia de fartet sobre el número de individuos de pez mosquito, ni tampoco efecto interactivo entre la presencia de fartet y el tiempo ($p > 0,05$; Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al número de individuos de pez mosquito con los factores presencia de fartet, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Presencia de pez fartet	2,240	2,244	1	6	1,252	0,306
Tiempo	384,6	64,10	6	36	35,78	9,584e-14
Presencia de fartet: Tiempo	3,180	0,530	6	36	0,296	0,935

Tabla 4. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al número de individuos de pez mosquito con los factores presencia de fartet, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados; p[GG] = corrección de Greenhouse-Geisser y p[HF] = corrección de Huynh-Feldt cuando no es cumplida la asunción de esfericidad.

	ANOVA de muestras repetidas en el tiempo							
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	Corrección esfericidad	
							p[GG]	p[HF]
Intercepto	1	6	35300,6	77,00	2750,7	3,225e-09		
Presencia de fartet	1	6	16,07	77,00	1,252	3,059e-01		
Tiempo	6	36	384,6	64,50	35,78	9,584e-14	7,600e-06	5,977e-08
Presencia de fartet: Tiempo	6	36	3,180	64,50	0,296	9,350e-01	7,524e-01	8,327e-01

El número de individuos de pez mosquito disminuyó igualmente tanto cuando el fartet estuvo presente (de 30 a 22 alevines) como cuando no (de 30 a 23,5 alevines) con el tiempo, estabilizándose este decremento a partir de la semana 4 (Figura 27).

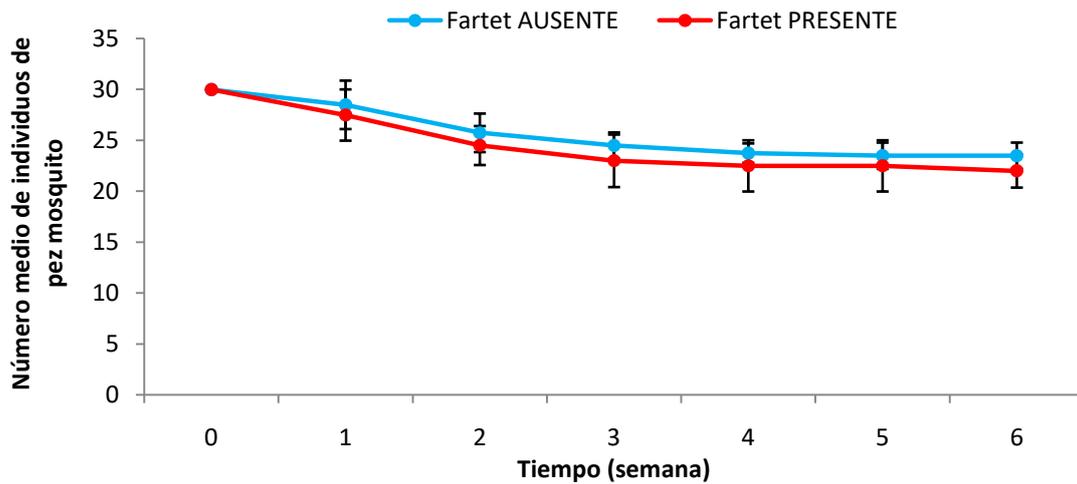


Figura 27. Número de individuos de pez mosquito existente cada semana en función de si el fartet está presente o ausente. Tiempo representado desde la semana 0 (14-VI-2021) hasta la 6 (26-VII-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Cuando ambas especies se encontraban en ausencia de la otra, el decremento del número medio de individuos de fartet durante 4 semanas fue de 30 a 20,75 individuos (-9,25 individuos), siendo menor en el pez mosquito: de 30 a 23,75 individuos (-6,25 individuos).

4.1.1.2. Relaciones interespecíficas partiendo de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie

El número de alevines de una cohorte de 15 días que ocupan un biovolumen de 0,1 cm³ fue 49,7 ± 1,7 (desviación estándar) en el caso del fartet; y 10 ± 0,94 en el caso del pez mosquito. El número medio de alevines de fartet que equivalen biovolumétricamente a un alevín de pez mosquito (de mayor tamaño) fue 5 ± 0,43 (desviación estándar).

Fartet. La presencia de pez mosquito, el tiempo y su interacción, mostraron un efecto significativo sobre el biovolumen total de fartet ($p < 0,05$ en ambos modelos; Tabla 5 y 6).

Tabla 5. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al biovolumen total de fartet con los factores presencia de pez mosquito, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Presencia de pez mosquito	0,013	0,013	1	6	23,33	2,909e-03
Tiempo	0,049	0,008	6	36	15,01	1,612e-08
Presencia de pez mosquito: Tiempo	0,080	0,013	6	36	24,27	2,158e-11



Tabla 6. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al biovolumen total de fartet con los factores presencia de pez mosquito, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados; p[GG] = corrección de Greenhouse-Geisser y p[HF] = corrección de Huynh-Feldt cuando no es cumplida la asunción de esfericidad.

ANOVA de muestras repetidas en el tiempo							Corrección esfericidad	
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	p[GG]	p[HF]
Intercepto	1	6	6,416	0,056	693,7	1,977e-07		
Presencia de pez mosquito	1	6	0,216	0,056	23,33	2,910e-03		
Tiempo	6	36	0,049	0,020	15,01	1,612e-08	0,188e-02	5,963e-04
Presencia de pez mosquito: Tiempo	6	36	0,080	0,020	24,72	2,158e-11	0,032e-02	6,346e-05

La interacción entre ambos factores se debió a que la presencia de pez mosquito anuló el efecto positivo del tiempo sobre el biovolumen total de fartet. A partir de la tercera semana, el biovolumen total de fartet se hizo significativamente mayor en ausencia que en presencia de pez mosquito (post-hoc, $p < 0,05$; haciéndose más significativo con un valor de p cada vez más pequeño). El biovolumen total de fartet aumentó significativamente desde la semana 0 ($0,1 \text{ cm}^3$) a la sexta ($0,25 \text{ cm}^3$) cuando el pez mosquito estuvo ausente (post-hoc, $p < 0,05$), siguiendo una tendencia creciente. En presencia de pez mosquito no se encontraron diferencias significativas entre el biovolumen total de fartet en la semana 0 ($0,1 \text{ cm}^3$) y la sexta ($0,08 \text{ cm}^3$), siguiendo una tendencia constante (Figura 28 y POST-HOC 2 del Anexo II).

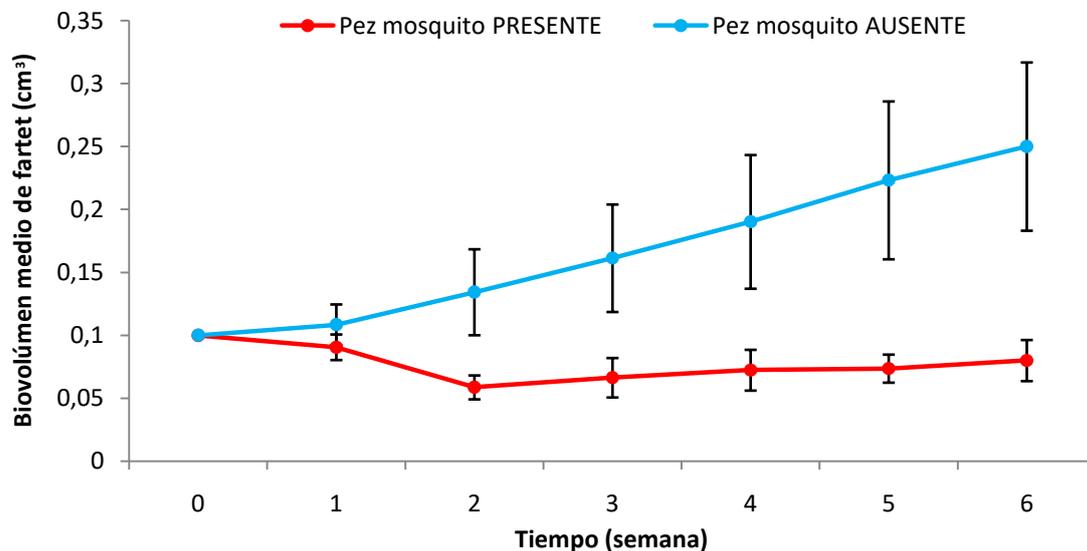


Figura 28. Biovolumen total de fartet existente cada semana en función de si el pez mosquito está presente o ausente. Tiempo representado desde la semana 0 (27-V-2021) hasta la 6 (08-VII-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Pez mosquito. La presencia de fartet, el tiempo y su interacción, mostraron un efecto significativo sobre el biovolumen total de pez mosquito ($p < 0,05$ en ambos modelos; Tabla 7 y 8).



Tabla 7. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al biovolumen total de pez mosquito con los factores presencia de fartet, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

Modelo lineal general mixto						
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Presencia de pez fartet	0,010	0,010	1	6	11,63	1,431e-02
Tiempo	0,876	0,146	6	36	172,9	<2,200e-16
Presencia de fartet: Tiempo	0,023	0,004	6	36	4,502	1,700e-03

Tabla 8. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al biovolumen total de pez mosquito con los factores presencia de fartet, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados; p[GG] = corrección de Greenhouse-Geisser y p[HF] = corrección de Huynh-Feldt cuando no cumple la esfericidad.

ANOVA de muestras repetidas en el tiempo								
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	Corrección esfericidad	
							p[GG]	p[HF]
Intercepto	1	6	15,95	0,043	2203,4	6,265e-09		
Presencia de fartet	1	6	0,084	0,043	11,63	1,431e-02		
Tiempo	6	36	0,876	0,030	172,9	5,149e-25	3,643e-07	2,862e-08
Presencia de fartet: Tiempo	6	36	0,023	0,030	4,502	1,687e-03	5,704e-02	4,541e-02

La interacción entre ambos factores se debió a que la presencia de fartet incrementó el efecto positivo del tiempo sobre el biovolumen total de pez mosquito. En la última semana, el biovolumen total de pez mosquito se hizo significativamente mayor en presencia que en ausencia de fartet (post-hoc, $p < 0,05$). El biovolumen total de pez mosquito aumentó significativamente desde la semana 0 ($0,1 \text{ cm}^3$) a la sexta ($0,41 \text{ cm}^3$) cuando el fartet estuvo ausente (post-hoc, $p < 0,05$). En presencia de fartet, el incremento del biovolumen total de pez mosquito fue significativamente mayor, aumentando más desde la semana 0 ($0,1 \text{ cm}^3$) a la sexta ($0,6 \text{ cm}^3$). La tendencia del biovolumen total de pez mosquito en ambos casos fue creciente, pero cuando el fartet estaba presente, el incremento fue mayor (Figura 29 y POST-HOC 3 del Anexo II).

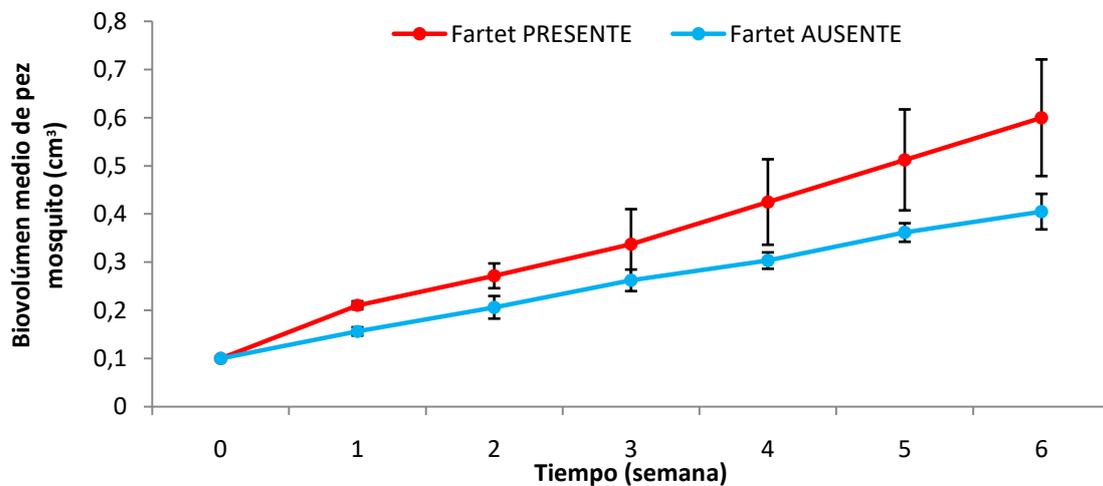


Figura 29. Biovolumen total de pez mosquito existente cada semana en función de si el fartet está presente o ausente. Tiempo representado desde la semana 0 (27-V-2021) hasta la 6 (08-VII-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.



Durante 6 semanas, cuando ambas especies se encontraban en ausencia de la otra, el incremento del biovolumen de fartet (biomasa) fue de $0,1 \text{ cm}^3$ a $0,25 \text{ cm}^3$ ($+0,15 \text{ cm}^3$), siendo mayor en el pez mosquito, pasando de $0,1 \text{ cm}^3$ a $0,41 \text{ cm}^3$ ($+0,31 \text{ cm}^3$).

Discusión. De acuerdo con nuestra hipótesis inicial y según nuestros resultados, considerando la variable *NÚMERO DE INDIVIDUOS*, la relación interespecífica que existe entre el fartet (afectado negativamente) y el pez mosquito (no afectado) es del tipo amensalismo - / 0. Considerando el *BIOVOLUMEN*, la relación que existe entre el fartet (afectado negativamente) y el pez mosquito (afectado positivamente) es del tipo depredación - / +, como muestran algunas citas en especies cercanas (Keskin, 2016). Hasta ahora se ha considerado a la competencia como la principal relación interespecífica existente entre ambas especies (Ruiz-Navarro, 2017; Magellan, 2021; Monti, 2021) pero nuestros resultados no han mostrado este tipo de relación. La definición de las relaciones interespecíficas existentes entre el fartet y el pez mosquito puede ser diferente en función de la variable dependiente estudiada, siendo en ambos casos el fartet la especie perjudicada, como se mostraba en estudios anteriores (Ruiz-Navarro, 2013; Moreno-Varcárcel, 2017).

Los resultados observados en la experimentación en condiciones de laboratorio con respecto al número de individuos podrían explicarse por el hecho de que cada alevín de pez mosquito presentó un biovolumen (tamaño) inicial 5 veces mayor que cada uno de fartet, además de mostrar mayor incremento de biovolumen que el fartet en condiciones de ausencia de la otra especie. El pez mosquito nace más grande y desarrollado, y crece más rápido ($0,28 \text{ mm/día}$; Nguyen, 2021) que el fartet, que es más depredado con el paso del tiempo conforme el pez mosquito alcanza tamaños mayores, como ocurre en especies cercanas (Keskin, 2016).

Los resultados obtenidos en relación al biovolumen se pueden explicar de la misma forma (Keskin, 2016; Nguyen, 2021). Esto no significa que la tasa de crecimiento del fartet en presencia de pez mosquito sea nula, sino que, debido al efecto del pez mosquito, se pasó de tener muchos alevines pequeños al inicio a pocos grandes al final (mostrando un biovolumen semejante en ambos casos). Si el número de individuos de pez mosquito no está afectado por la presencia de fartet, el mayor incremento del biovolumen de pez mosquito en presencia de fartet indica un tamaño de peces superior, debido a la mayor disponibilidad de alimento (actuando el fartet como presa; Livingston, 2014).

4.1.2. EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES NATURALES SEMICONTROLADAS EN LAGUNAS DE RECIENTE CREACIÓN

Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie

Fartet. Ni la presencia de pez mosquito, ni el tiempo, ni su interacción, mostraron un efecto significativo sobre el número de individuos de fartet capturados ($p > 0,05$ en ambos modelos; Tabla 9 y 10).



Tabla 9. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al número de individuos de fartet capturados con los factores presencia de pez mosquito, tiempo y su interacción, con ningún factor con efecto significativo.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Presencia de pez mosquito	0,000	0,000	1	12	0,000	1,000
Tiempo	66,33	13,27	5	12	0,821	0,558
Presencia de pez mosquito: Tiempo	53,50	10,70	5	12	0,662	0,659

Tabla 10. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al número de individuos de fartet capturados con los factores presencia de pez mosquito, tiempo y su interacción, con ningún factor con efecto significativo.

	ANOVA de muestras repetidas en el tiempo					
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p
Presencia de pez mosquito	1	2	1,232e-32	14,17	1,740e-33	1,000
Tiempo	5	10	6,633e+01	179,83	7,377e-01	0,612
Presencia de pez mosquito: Tiempo	5	10	5,350e+01	179,83	5,950e-01	0,705

No hubo una tendencia clara en el número medio de individuos de fartet capturados, siendo su valor medio mayor en ausencia que en presencia de pez mosquito inicialmente, muy similar en presencia y en ausencia de pez mosquito en las semanas intermedias, y mayor en presencia del pez mosquito en el último muestreo (Figura 30). Sin embargo, las diferencias en las medias no fueron significativas y ninguno de los factores, ni su interacción, mostraron un efecto significativo.

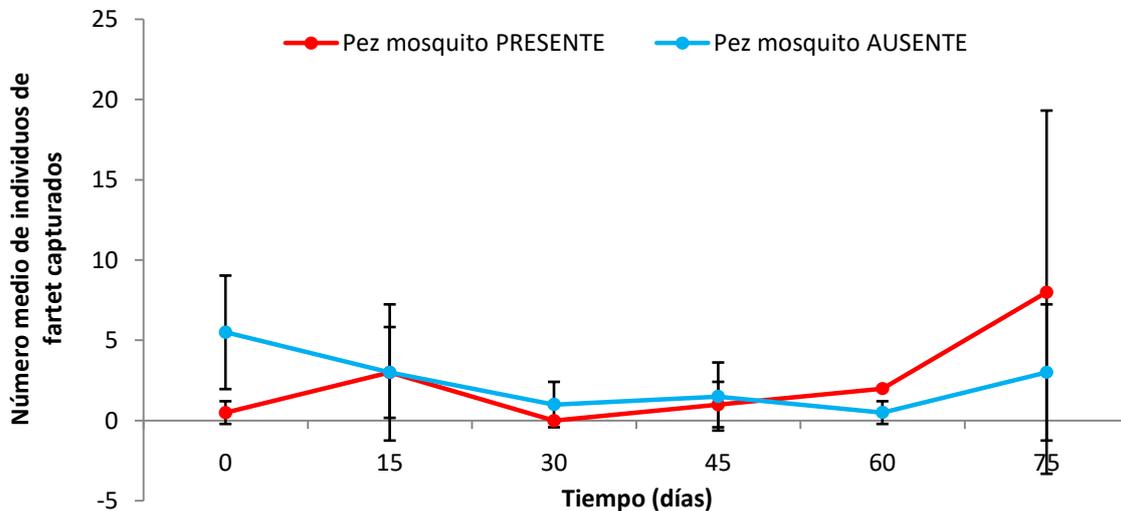


Figura 30. Número de individuos de fartet capturados cada día de censo en función de si el pez mosquito está presente o ausente. Tiempo representado desde el día 0 (20-IV-2021) hasta el 75 (04-VII-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Pez mosquito. Ni la presencia de fartet, ni el tiempo, ni su interacción mostraron un efecto significativo sobre el número de individuos de pez mosquito capturados ($p > 0,05$ en ambos modelos; Tabla 11 y 12).



Tabla 11. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al número de individuos de pez mosquito capturados con los factores presencia de fartet, tiempo y su interacción, con ningún factor con efecto significativo.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Presencia de fartet	189,2	189,2	1	2	0,104	0,777
Tiempo	23279,2	4655,8	5	10	2,568	0,096
Presencia de fartet: Tiempo	4151,9	830,4	5	10	0,458	0,799

Tabla 12. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al de número de individuos de pez mosquito capturados con los factores presencia de fartet, tiempo y su interacción, con ningún factor con efecto significativo.

	ANOVA de muestras repetidas en el tiempo					
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p
Presencia de fartet	1	2	459,4	8806,1	0,104	0,777
Tiempo	5	10	23279,2	18130,4	2,568	0,096
Presencia de fartet: Tiempo	5	10	4151,9	18130,4	0,458	0,799

El número medio de individuos capturados de pez mosquito mostró una tendencia creciente con respecto al tiempo, siendo mayores las capturas en las lagunas con fartet ausente en los tiempos intermedios, para cambiar el patrón posteriormente, con mayores capturas en presencia de fartet en los últimos muestreos (*Figura 31*). Sin embargo, esta diferencia en las medias no fue significativa y ninguno de los factores, ni su interacción, mostró un efecto significativo. Comparado con el apartado anterior, el número medio de capturas de pez mosquito fue mayor que el de fartet (*Figura 30 y 31*).

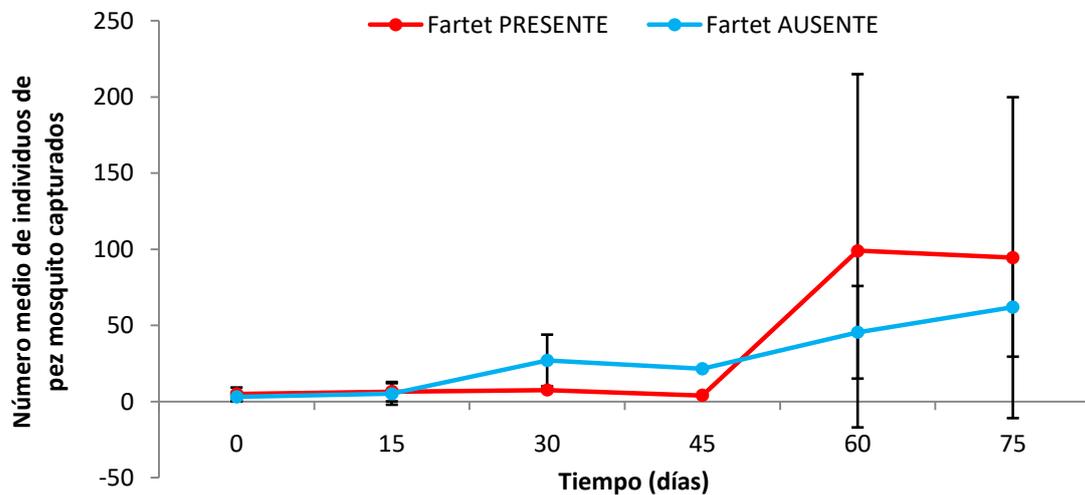


Figura 31. Número de individuos de pez mosquito capturados cada día de censo en función de si el fartet está presente o ausente. Tiempo representado desde el día 0 (20-IV-2021) hasta el 75 (04-VII-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Discusión. Los resultados observados en este experimento en condiciones naturales semicontroladas podrían ser debidos a la elevada varianza existente en nuestras observaciones. Según nuestra hipótesis inicial, era esperable que tanto los factores considerados como su interacción afectasen a las capturas, tal y como ocurrió en los experimentos anteriores y en el seguimiento de poblaciones de fartet ya establecidas (ver a



continuación). Probablemente, estos efectos comenzarán a manifestarse cuando el número medio de individuos capturados de ambas especies aumente en el tiempo, tanto en presencia como en ausencia de la otra especie. Por todo esto, consideramos que sería ideal seguir estudiando estas lagunas a lo largo del tiempo y realizar más muestreos para minimizar la varianza, ya que las poblaciones son aún muy jóvenes para mostrar resultados claros (Zamora, 2017).

4.1.3. SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET EXISTENTES

En dos lagunas de Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida

4.1.3.1. Laguna de aclimatación inicial

Microhábitat y tiempo. El microhábitat de muestreo seleccionado no afectó al número de individuos de fartet capturados, pero sí lo hizo el tiempo. Además, la interacción de ambos factores mostró un efecto significativo sobre el número de individuos de fartet capturados ($p < 0,05$ en ambos modelos) (Tabla 13 y Tabla 14).

Tabla 13. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al número de individuos de fartet capturados con los factores microhábitat, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Microhábitat	0,005	0,002	2	6	0,029	0,978
Tiempo	11,85	1,316	9	54	16,067	2,149e-12
Microhábitat:Tiempo	10,93	0,607	18	54	7,410	4,507e-09

Tabla 14. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al número de individuos de fartet capturados con los factores microhábitat, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados; $p[GG]$ = corrección de Greenhouse-Geisser y $p[HF]$ = corrección de Huynh-Feldt cuando no es cumplida la asunción de esfericidad.

	ANOVA de muestras repetidas en el tiempo							
							Corrección esfericidad	
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	$p[GG]$	$p[HF]$
Intercepto	1	6	73,85	2,337	189,60	9,126e-06		
Microhábitat	2	6	0,022	2,337	0,029	9,718e-01		
Tiempo	9	54	11,85	4,424	16,067	2,149e-12	2,220e-05	3,514e-10
Microhábitat:Tiempo	18	54	10,93	4,424	7,410	4,507e-09	4,316e-04	2,109e-07

La comparación entre las capturas de cada uno de los microhábitats por cada tiempo no mostró diferencias significativas (post hoc, $p > 0,05$), aunque la comparación entre el microhábitat A (61 individuos capturados de media) y C (4,33) en el día de muestreo 120 fue marginalmente significativa (post hoc, $p = 0,0573$). A pesar de esto, los valores medios del número de individuos capturados en los meses más fríos fueron mayores en el microhábitat C, después en el B y luego en el A. Sin embargo, este patrón se invirtió en los meses cálidos, en los que los valores medios del número de individuos capturados fueron mayores en el



microhábitat A, después en el B, y luego en el C (Figura 32), lo que resultó en la interacción obtenida entre ambos factores.

En el microhábitat A el número medio de individuos capturados se hizo significativamente mayor que los capturados en el día 0 a partir del día 60, aumentando significativamente cada día de muestreo, disminuyendo cada vez más el valor de p del análisis post-hoc [desde un valor de $p = 0,0433$ comparando el microhábitat A entre los tiempos 0 (0 individuos capturados de media) y 60 (11,7), hasta un valor de $p < 0,0001$ comparando los tiempos 0 y 135 (94,7)]. El microhábitat B mostró un comportamiento similar, aunque más tardío, haciéndose el número medio de individuos capturados significativamente mayor que los capturados en el día 0 (1,7 individuos capturados de media) a partir del día 120 (32,3; post-hoc, $p = 0,0049$), siendo más significativo el día 135 [post-hoc, $p < 0,0001$ comparando el microhábitat B entre los tiempos 0 y 135 (61,7)]. El microhábitat C se comportó de manera diferente. Ninguna de las capturas presentó diferencias significativas con respecto a las capturas del día inicial 0. Es decir, el número medio de individuos de fartet capturados se mantuvo constante en el tiempo (post-hoc; $p > 0,05$; con una media de 12,7 individuos capturados en el tiempo 0 y 19,3 en el tiempo 135) (Figura 32 y POST-HOC 4 del Anexo II).

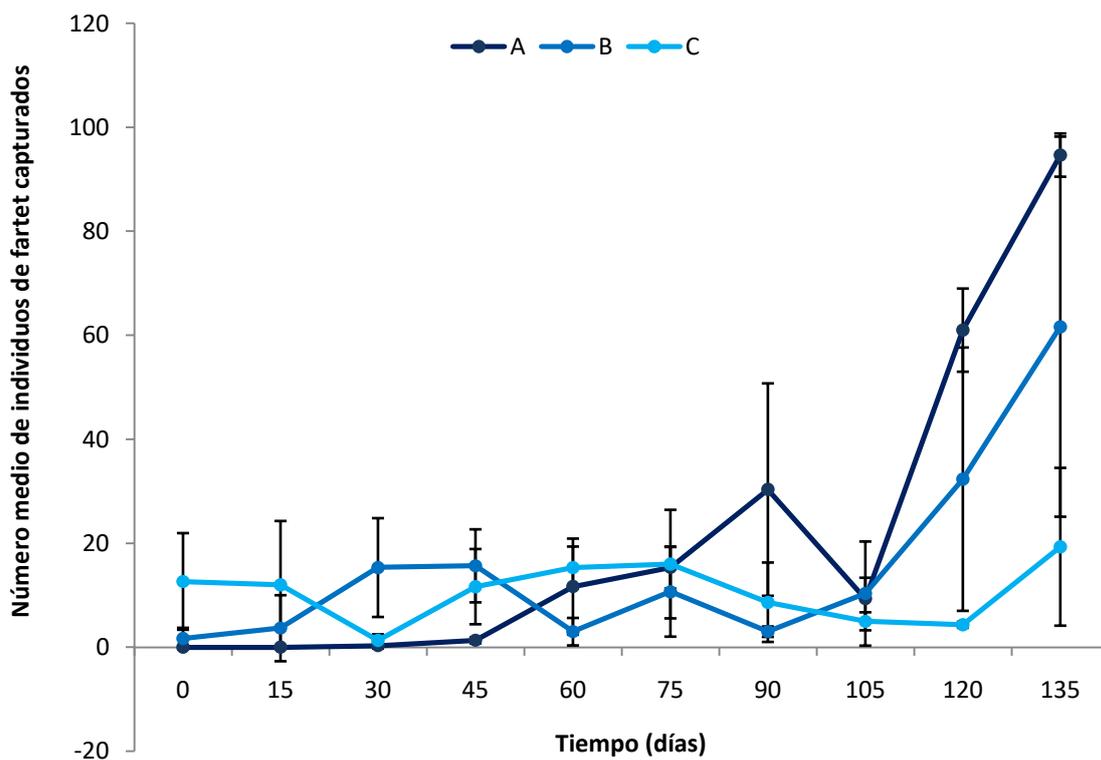


Figura 32. Número de individuos de fartet capturados cada día de censo en función del microhábitat. Tiempo representado desde el día 0 (30-I-2021) hasta el 135 (15-VI-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Sexo y tiempo. El sexo de los individuos de fartet no mostró efecto significativo sobre las capturas ($p > 0,05$) pero si lo hizo el factor tiempo. Además, la interacción de ambos factores tampoco mostró un efecto significativo (Tabla 15).



Tabla 15. Valores del modelo ANOVA de dos factores aplicado al número de individuos de fartet capturados con los factores sexo, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

ANOVA de dos factores					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Sexo	1	0,013	0,013	0,023	0,880
Tiempo	9	4,696	0,522	8,568	4,360e-06
Sexo: Tiempo	9	4,073	0,453	7,008	0,995

En los primeros muestreos (hasta el día 45) el número medio de individuos macho capturados fue mayor que el de hembras, invirtiéndose la tendencia con el paso del tiempo, siendo finalmente mayores las capturas de individuos hembra (*Figura 33*). Sin embargo, el análisis de la varianza no mostró efecto significativo del sexo (a pesar de la diferencia entre las medias, *Figura 34*), ni de su interacción con el tiempo, sobre el número de individuos capturados. El factor tiempo, en cambio, mostró un efecto significativo positivo sobre el número de individuos capturados, ya que estos comenzaron a aumentar lentamente a partir del día 0 y más rápidamente a partir del día 105 (*Figura 32 y 33*, Tablas 13, 14 y 15).

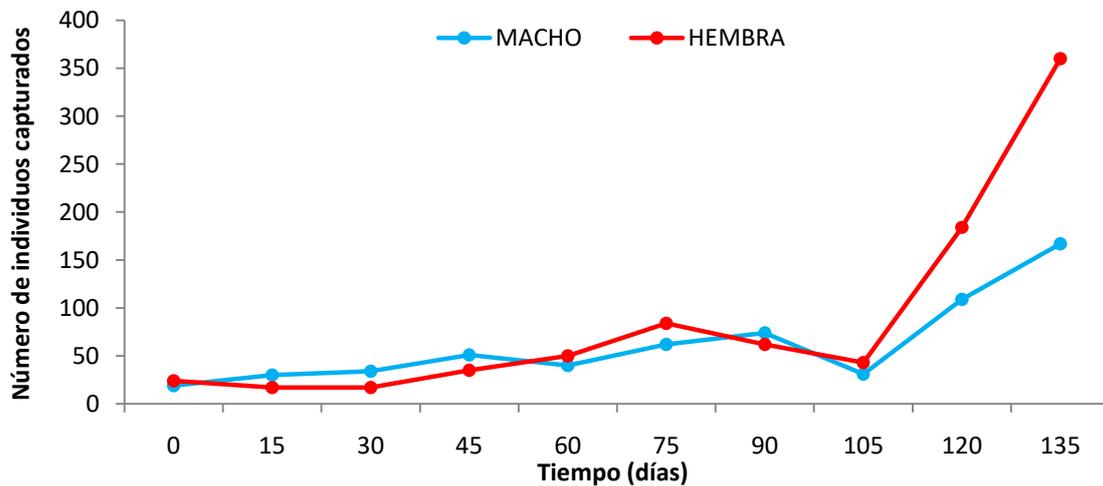


Figura 33. Número total de individuos de fartet capturados cada día de censo en la Laguna de aclimatación inicial en función del sexo. Tiempo representado desde el día 0 (30-I-2021) hasta el 135 (15-VI-2021).

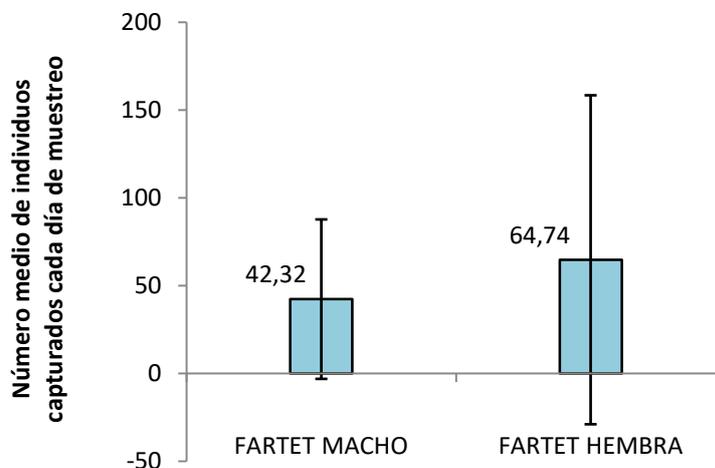


Figura 34. Número medio de individuos de fartet macho y hembra capturados cada día de muestreo. Las barras de error representan la desviación estándar.



Discusión. El efecto interactivo del microhábitat y del tiempo podría deberse a que en el microhábitat A las capturas de fartet se incrementaron con la llegada de los meses más cálidos por la marcada estacionalidad de la especie, presentando picos mínimos de actividad en invierno y máximos en verano (mayor fotoperiodo y temperatura media diaria). Debido a las características de este microhábitat, las capturas aumentaron de forma más temprana que en el resto. Así, y de acuerdo con nuestra hipótesis inicial, el fartet muestra preferencia (especialmente en la época reproductiva) por zonas más soleadas y cálidas, con abundante vegetación sumergida (lo que aumenta su *fitness*; Doadrio, 2011; Moreno-Valcárcel, 2012; Ruiz-Navarro, 2017). El comportamiento similar, aunque más tardío y con menor número de capturas, observado en el microhábitat B se podría deber a que estuvo menos soleado que el A. Además, el exceso de vegetación sumergida creaba un ambiente muy cerrado que podría interferir en el crecimiento (alimentación) y la fecundidad (cópulas) del fartet, como ocurre en otras especies (Brown, 2002). En el microhábitat C el hecho de que el número de capturas de fartet no aumentase a lo largo del tiempo se podría deber a que no estaba soleado.

De esta forma, el aumento de la actividad del fartet en los meses cálidos junto con las capturas constantes en el microhábitat C podría indicar una migración primaveral/estival hacia zonas más soleadas. Esto indicaría un comportamiento de cambio en el uso del microhábitat con respecto al tiempo; en invierno, el fartet busca refugio en la vegetación de zonas menos expuestas (menos soleadas) y en primavera/verano migra hacia zonas más soleadas y con vegetación abundante para reproducirse (Moreno-Valcárcel, 2012).

Contrariamente a nuestra hipótesis inicial, la ausencia de efecto del sexo de los individuos sobre las capturas pudo deberse a la elevada varianza observada. Pensamos que prolongando en el tiempo el período de muestreo es probable que el número de hembras capturadas se haga significativamente mayor que el de machos. La diferencia entre el número medio de machos y hembras capturados (razón de sexos 1:1,53) hace intuir que la estrategia reproductiva de la especie es la inversión en individuos hembra, como muestran estudios recientes (Monti, 2021). Sin embargo estos resultados podrían estar sesgados debido a que las capturas de hembras no son mayores porque sean más abundantes, sino porque sean más atraídas por el cebo usado (por las elevadas necesidades energéticas en el período de reproducción; Singh, 2021).

4.1.3.2. Laguna mixta de la juncia

Fartet. La zona no mostró efecto significativo sobre el número de individuos de fartet capturados, pero sí lo hicieron el tiempo y la interacción de ambos factores ($p < 0,05$ en ambos modelos; Tabla 16 y 17).

Tabla 16. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al número de individuos de fartet capturados con los factores zona, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Zona	0,099	0,099	1	4	4,096	0,113
Tiempo	2,081	0,297	7	28	12,36	4,241e-07
Zona: Tiempo	0,692	0,099	7	28	4,106	3,229-03



Tabla 17. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al número de individuos de fartet capturados con los factores zona, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados; p[GG] = la corrección de Greenhouse-Geisser y p[HF] = corrección de Huynh-Feldt cuando no es cumplida la asunción de esfericidad.

ANOVA de muestras repetidas en el tiempo							Corrección esfericidad	
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p	p[GG]	p[HF]
Intercepto	1	4	2,651	0,318	33,34	4,468e-03		
Zona	1	4	0,326	0,318	4,096	1,130e-01		
Tiempo	7	28	2,081	0,674	12,36	4,241e-07	0,002	6,725e-06
Zona: Tiempo	7	28	0,692	0,674	4,106	3,229e-03	0,050	7,736e-03

La comparación post-hoc del número de individuos de fartet capturados entre cada zona en cada uno de los tiempos solo mostró diferencias significativas el día 90, cuando el número medio de individuos de fartet capturados fue significativamente mayor (post-hoc, $p < 0,05$) en superficie (4,7 individuos capturados de media) que en el fondo (0,7).

La interacción entre ambos factores se debió a que el número medio de individuos capturados de fartet fue mayor en fondo que en superficie en los meses fríos, y el patrón se invirtió y de forma más acusada en los meses cálidos (Figura 35). Así, en superficie el número de individuos comenzó a hacerse significativamente mayor (post hoc, $p < 0,05$) que los capturados en el tiempo inicial 0 (0 individuos capturados de media) a partir del día 60 (2,3) excepto en el último día de muestreo. En la zona fondo el número medio de individuos de fartet capturados fue constante durante todos los tiempos, no mostrando diferencias significativas (post hoc, $p > 0,05$) entre cada uno de ellos con el día inicial 0 (con 0 individuos capturados de fartet el día 0 y el día 150). La tendencia del número medio de individuos de fartet capturados en el fondo fue constante, mientras que en la superficie aumentó (al menos hasta el día 75 con 6,3 individuos capturados de media) (Figura 35 y POST-HOC 5 del Anexo II).

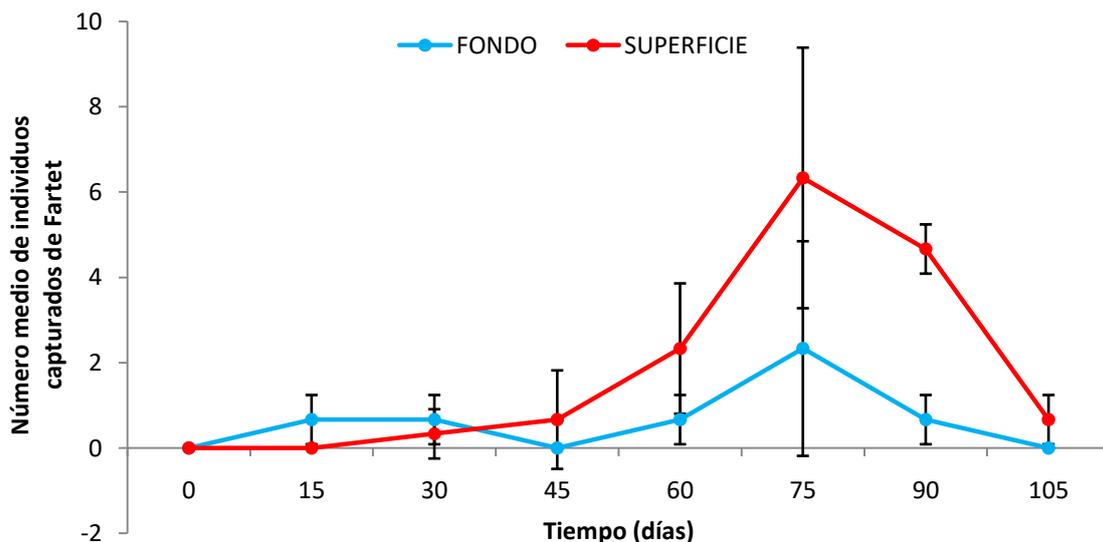


Figura 35. Número de individuos de fartet capturados cada día de censo en la Laguna mixta de la juncia en función de la zona. Tiempo representado desde el día 0 (04-III-2021) hasta el 105 (18-VI-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.



Pez mosquito. La zona, el tiempo y su interacción mostraron un efecto significativo sobre el número de individuos de pez mosquito capturados ($p < 0,05$; Tabla 18 y 19).

Tabla 18. Valores del modelo lineal general mixto aplicado al número de individuos de pez mosquito capturados con los factores zona, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	Modelo lineal general mixto					
	Sum Sq	Mean Sq	Num DF	Den DF	F value	Pr(>F)
Zona	0,971	0,971	1	4	9,080	0,039
Tiempo	5,788	0,579	10	40	5,413	4,951e-05
Zona: Tiempo	2,833	0,283	10	40	2,650	0,014

Tabla 19. Valores del modelo ANOVA de muestras repetidas aplicado al número de individuos de pez mosquito capturados con los factores zona, tiempo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	ANOVA de muestras repetidas en el tiempo					
	DFn	DFd	SSn	SSd	F	p
Zona	1	4	3,205	1,412	9,080	3,942e-02
Tiempo	10	40	5,788	4,277	5,413	4,951e-05
Zona: Tiempo	10	40	2,833	4,277	2,650	1,396e-02

El número de capturas de pez mosquito en superficie fue significativamente mayor que en fondo, y el tiempo mostró un efecto positivo significativo sobre el número medio de individuos de pez mosquito capturados (*Figura 36*). La comparación post-hoc del número de individuos de pez mosquito capturados entre cada zona en cada uno de los tiempos mostró diferencias significativas el último día de muestreo (150), cuando el número medio de individuos capturados fue significativamente mayor en superficie (40,3) que en el fondo (0,7; post-hoc, $p < 0,05$) lo que generó la interacción obtenida entre ambos factores.

Así, en superficie, el número medio de individuos comenzó a hacerse significativamente mayor (post-hoc, $p < 0,05$) que los capturados en el tiempo inicial 0 (0,3 individuos capturados de media) el día 150 (40,3). En la zona fondo el número medio de individuos de pez mosquito capturados fue constante durante todos los tiempos, no mostrando diferencias significativas (post-hoc, $p > 0,05$) entre cada uno de ellos con el día inicial 0 (con 0 individuos capturados el día 0 y 0,7 el día 150; *Figura 36* y *POST-HOC 6* del Anexo II).

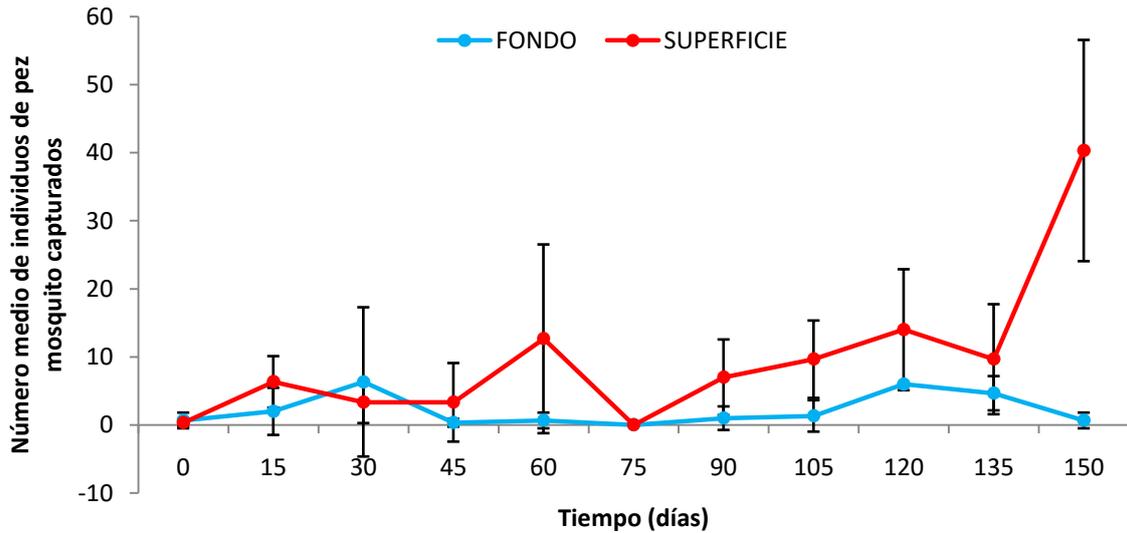


Figura 36. Número de individuos de pez mosquito capturados cada día de censo en la Laguna mixta de la juncia en función de la zona. Tiempo representado desde el día 0 (18-I-2021) hasta el 150 (18-VI-2021). Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Discusión. Parcialmente de acuerdo con nuestra hipótesis inicial para el caso del fartet, el efecto interactivo de la zona y el tiempo podría deberse a que en los meses fríos busca refugio emboscándose en la vegetación del fondo (menos afectado que la superficie por las condiciones climáticas adversas). En los meses cálidos aumenta su actividad (justificando así el efecto positivo del tiempo sobre el número de individuos capturados, como se mostró anteriormente) y se desplaza hasta aguas superficiales más cálidas y soleadas para mejorar su reproducción (como hacen otras especies; Alam, 2021). Debido a esto, el número de capturas en el fondo se mantuvo constante, mientras que en superficie aumentó (Moreno-Valcárcel, 2012). Esta interpretación concuerda con la de la Laguna de aclimatación inicial aunque no sean comparables los resultados, ya que en ausencia de pez mosquito el comportamiento de la población de fartet en esta laguna podría ser diferente. La zona por sí sola no afectó al número de fartet capturado debido a la elevada varianza de nuestras observaciones (por la estacionalidad de la especie).

De acuerdo con nuestra hipótesis inicial para el pez mosquito, el efecto interactivo de ambos factores puede explicarse debido a que tiende a ser más abundante en superficie (especie de hábitos superficiales, donde forma harenes muy numerosos; Wilson, 2010) y a que presenta su pico de actividad máxima en los meses más cálidos (con más horas de sol) y mínima en los más fríos (Edwards, 2010), como el fartet (efecto positivo del tiempo). Que el número de individuos capturados se mantuviese constante en el fondo pudo deberse a que, con el paso del tiempo, aumenta la actividad de la especie pero los individuos se concentran en zonas superficiales más cálidas y soleadas para mejorar su reproducción (al igual que el fartet; Hoch, 2019).

Por tanto, la intensidad máxima de las relaciones interespecíficas en esta laguna ocurriría a nivel superficial y durante los meses más cálidos, cuando ambas especies convergen en el espacio y tiempo.

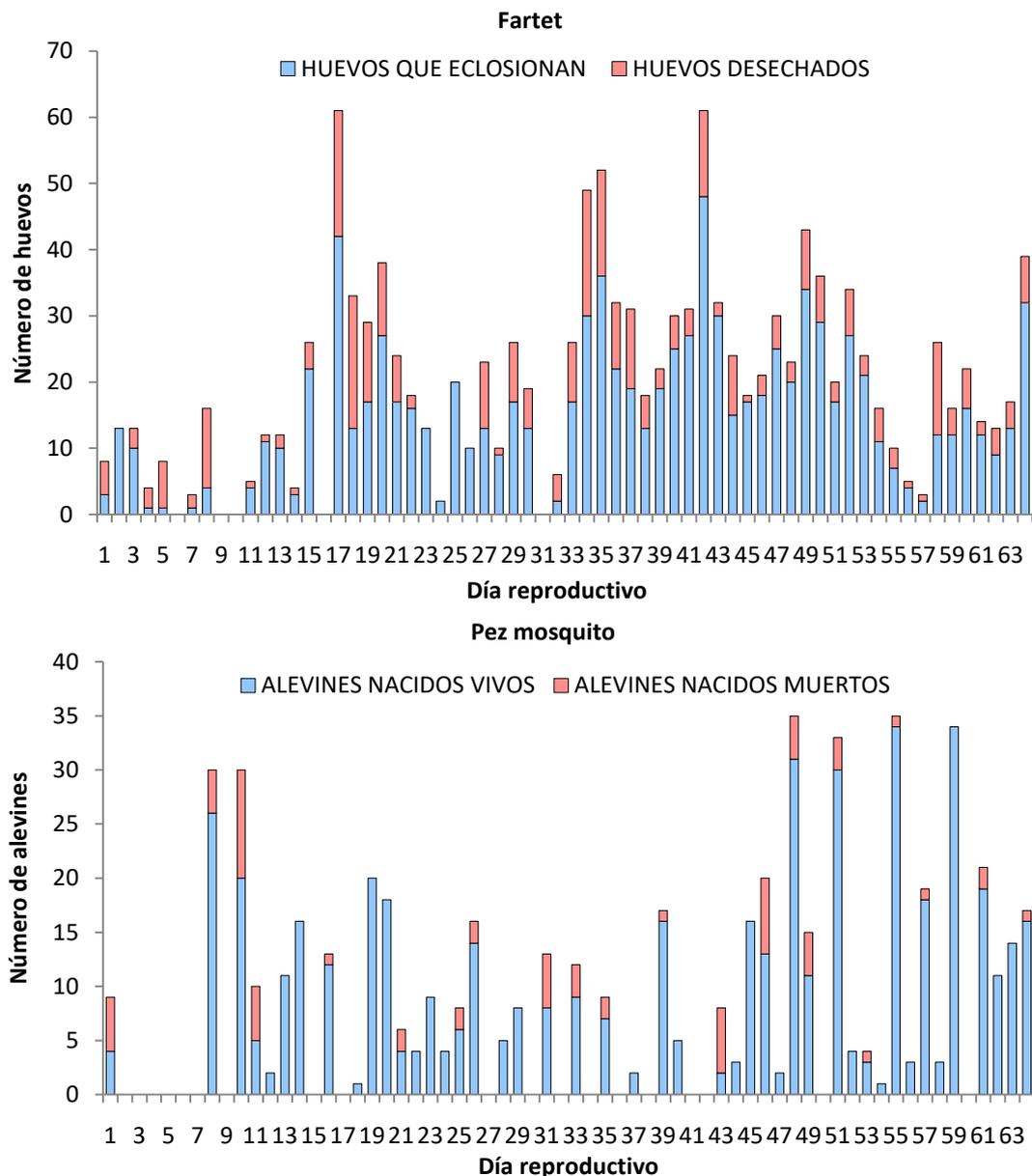
4.2. EXPERIMENTOS DE BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE CADA ESPECIE



DISEÑO DE UN MÉTODO OPTIMIZADO DE OBTENCIÓN DE ALEVINES DE FARTET Y PEZ MOSQUITO: Información sobre la biología de las especies

4.2.1. DESCENDENCIA DEL FARTET Y DEL PEZ MOSQUITO

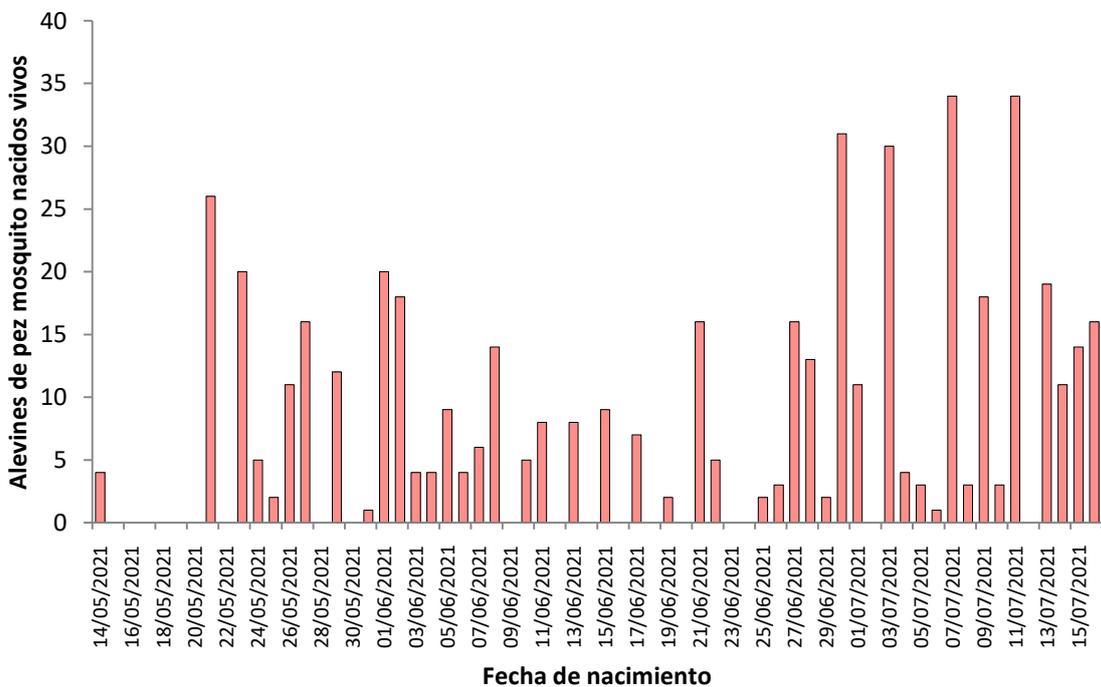
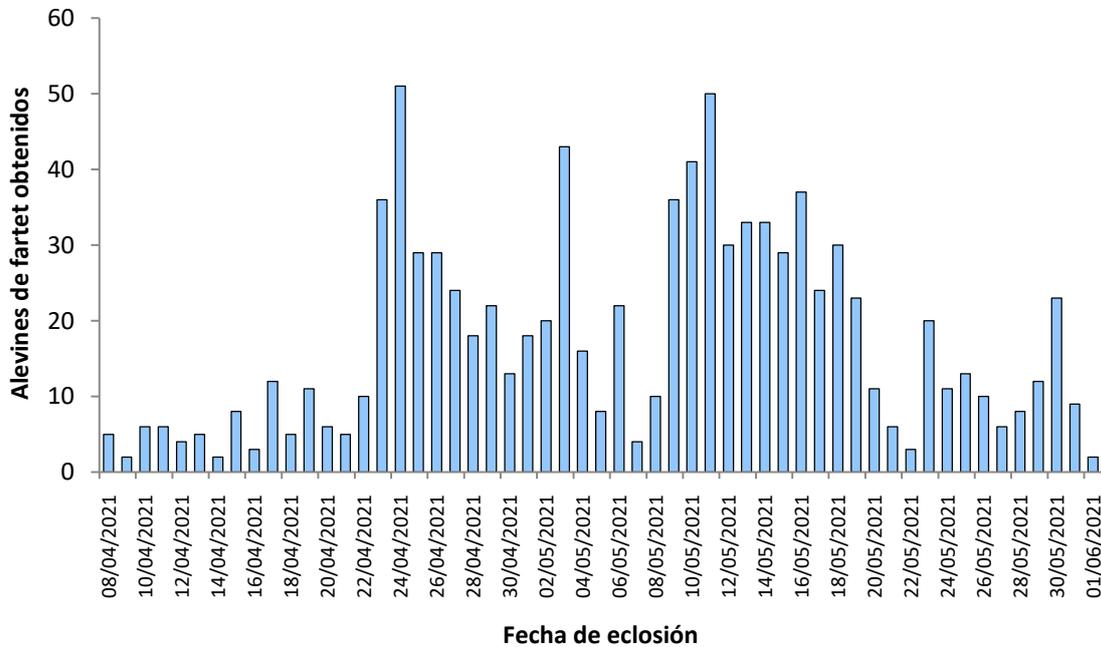
Descendencia viable e inviable obtenida. En 64 días reproductivos, el número total de huevos de fartet obtenidos fue 1294, de los cuales eclosionaron 953 (73,65 %) y se desecharon 341 (26,35 %). El número total de alevines producidos por el pez mosquito fue 576, de los cuales 504 nacieron vivos (87,50 %) y 72 muertos (12,50 %) (Figuras 37 e 38). En estos 64 días, cada hembra de fartet produjo de media 45,4 descendientes viables, y cada hembra de pez mosquito 27,4.



Figuras 37 y 38. Número de descendientes viables (huevos que eclosionan o alevines nacidos vivos) e inviables (huevos que se desechan o alevines nacidos muertos) con respecto al total producido para el fartet y para el pez mosquito en cada día reproductivo. Los 64 días reproductivos para el fartet fueron del 16-III-2021 al 18-V-2021 y para el pez mosquito del 14-V-2021 al 16-VII-2021.



Alevines obtenidos y fecha de eclosión (o nacimiento). El primer alevín de fartet eclosionó el día 08-IV-2021 y el de pez mosquito el 14-V-2021 (36 días después, estando sus alevines en el agua de forma más tardía que los de fartet). El número de alevines obtenidos de fartet con respecto al tiempo fue “más continuo” (ningún tiempo con 0 alevines) que el de pez mosquito, que mostró un patrón “más escalonado” (Figuras 39 y 40).



Figuras 39 y 40. Alevines vivos obtenidos de fartet y de pez mosquito en función de la fecha de eclosión o nacimiento.

Tiempo de eclosión de huevos de fartet. El pico máximo de eclosión de los huevos puestos durante la 2ª quincena de marzo fue a los 20 días de desarrollo (eclosionaron el 20,50 % de los



huevos). El pico máximo para la 1ª quincena de abril fue a los 18 días de desarrollo (eclosión del 15,30 % de los huevos). Para la 2ª quincena de abril el pico máximo fue la eclosión a los 14 días de desarrollo (eclosionaron el 28,10 % de los huevos). Para la 1ª y 2ª quincena de mayo el pico máximo de eclosión fue a los 12 días (eclosionaron el 36,90 % de los huevos en la 1ª quincena y el 46,30 % en la segunda). El tiempo de desarrollo de los huevos disminuyó conforme se acercó el verano, sincronizándose más el tiempo de eclosión y aumentando la proporción de huevos eclosionados en el pico máximo (Figura 41).

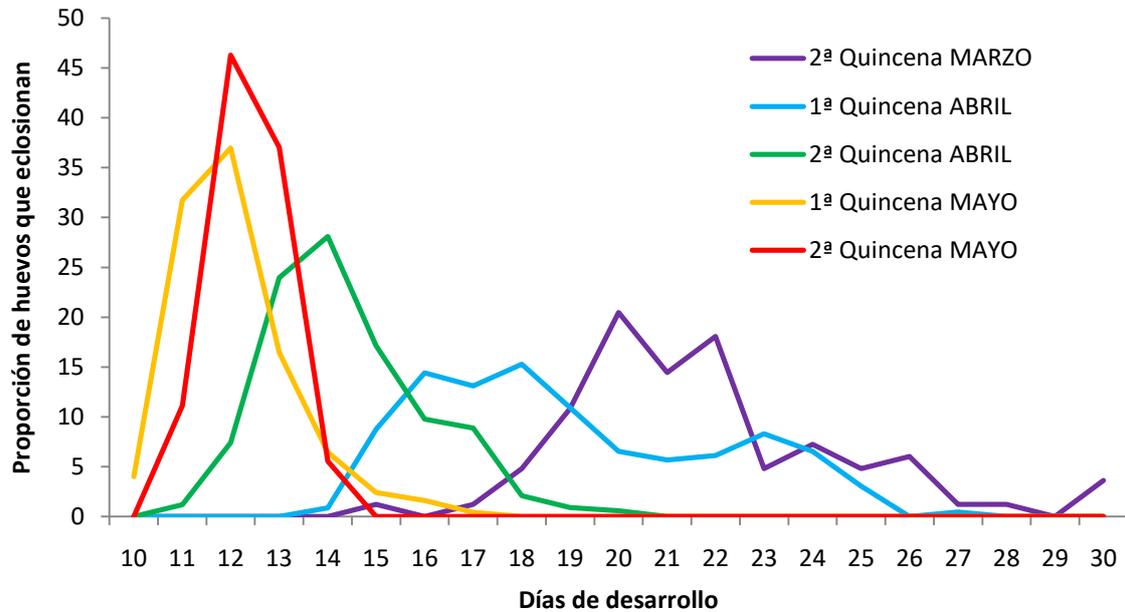


Figura 41. Tiempo que tarda en eclosionar cierta proporción de huevos de fartet en función de la quincena en la que fueron puestos.

Discusión. Este método de obtención de alevines fue optimizado ya que permitió obtener en poco más de 2 meses 953 alevines de fartet a partir de 21 hembras y 7 machos reproductores, y 504 de pez mosquito a partir del mismo número de reproductores. Además, el costo económico de los materiales usados fue bajo y el mantenimiento sencillo.

El hecho de que ambas especies mostrasen una elevada producción de descendientes totales, pero teniendo el fartet mayor producción y proporción de descendientes inviábiles que el pez mosquito, de acuerdo con nuestra hipótesis inicial, nos lleva a proponer al pez mosquito como “estrategia de la r” y al fartet como “estrategia extremo de la r”. Ambas especies presentan elevado esfuerzo reproductor, madurez temprana y esperanza de vida corta. Sin embargo, el pez mosquito presenta una inversión de la energía más eficiente que el fartet. La ovoviviparidad origina menos proporción de descendientes inviábiles, mayor tamaño de recién nacidos y menor tasa de mortalidad de alevines (experimentos en laboratorio), lo que en parte le ha permitido colonizar tantos hábitats a nivel mundial (Doadrio, 2002-2011).

Que el fartet presentase una reproducción más temprana podría ser útil en el diseño de estrategias para su conservación, ya que los alevines tendrían un tamaño mayor (crecimiento rápido; Ruiz-Navarro, 2017) cuando naciesen los de pez mosquito, siendo menos depredados. El patrón de obtención de alevines de fartet “más continuo” sería debido a la oviparidad de la especie (ponía huevos casi todos los días), y el de pez mosquito “más escalonado” sería debido a su ovoviviparidad (expulsando alevines con cierta periodicidad; Doadrio, 2002; Ruiz-Navarro,



2017). Además, de acuerdo también con la hipótesis inicial, la disminución del tiempo de desarrollo de los huevos conforme se acercaron los meses más cálidos sería explicado por el incremento del metabolismo del embrión con el aumento de la temperatura media diaria (Masoudi, 2018).

4.2.2. ESTRATEGIA REPRODUCTIVA Y PRODUCCIÓN DE DESCENDIENTES VIABLES EN FUNCIÓN DEL DÍA REPRODUCTIVO Y LA ESPECIE

Tanto la especie como el día reproductivo mostraron un efecto significativo sobre el número de descendientes viables producidos ($p < 0,05$) pero no hubo un efecto interactivo significativo (Tabla 20).

Tabla 20. Valores del modelo ANOVA de dos factores aplicado al número de descendientes viables producidos con los factores especie, día reproductivo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	ANOVA de dos factores				
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Especie	1	39,33	39,33	19,96	1,760e-05
Día reproductivo	1	35,72	35,72	18,13	4,030e-05
Especie: Día reproductivo	63	1,260	0,020	0,641	0,425

El número de descendientes viables producidos al día en el caso del fartet fue significativamente mayor (14,90) que los producidos por el pez mosquito (7,90; *Figura 42*).

La producción de huevos viables de fartet siguió una tendencia “más continua” a lo largo del tiempo, aunque mostró varios picos de producción máxima (día 17, 35, 42, 49 y 64 con más de 30 huevos viables producidos) y mínima (día 6, 9, 10, 16 y 31 con 0 huevos viables producidos) mientras que la producción de alevines viables de pez mosquito fue “más escalonada”, con mayor número de picos de producción máxima (día 8, 10, 14, 19, 20, 39, 45, 48, 51, 55, 57, 59, 61 y 64 con más de 15 alevines viables producidos) y mínima (día 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 15, 17, 27, 30, 32, 34, 36, 38, 41, 42, 50 y 60 con 0 alevines viables producidos; *Figuras 43 y 44*). Además, con el paso del tiempo (día reproductivo) el número de descendientes viables obtenidos para ambas especies conjuntamente siguió una tendencia creciente (*Figura 45*).

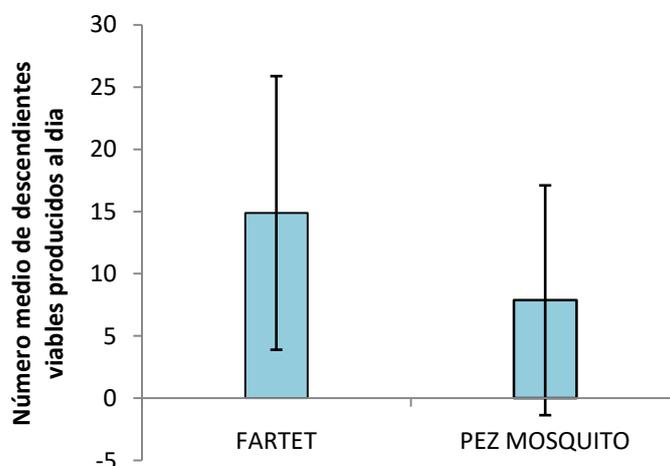
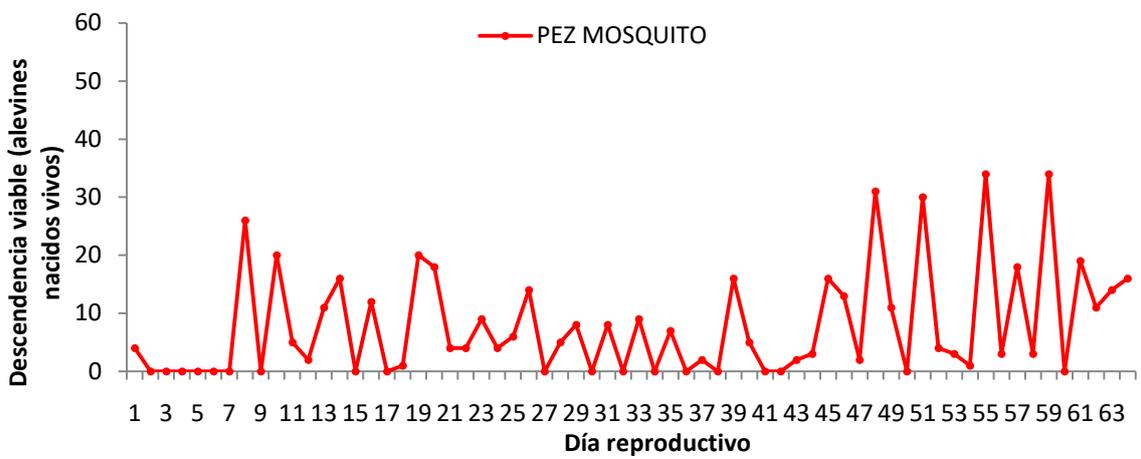
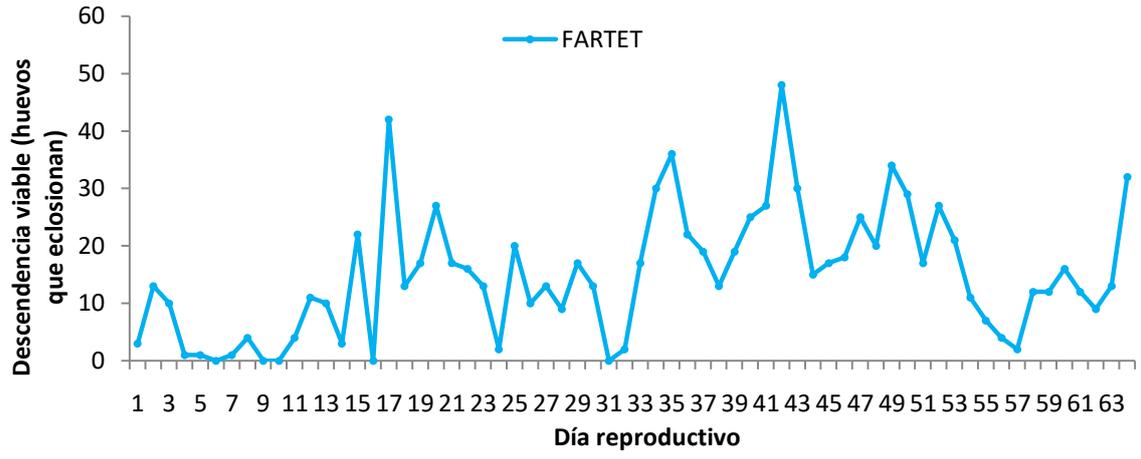


Figura 42. Número medio de descendientes viables producidos al día para el fartet y el pez mosquito. Las barras de error representan la desviación estándar de la media.



Figuras 43 y 44. Número de descendientes viables producidos para el fartet (huevos que eclosionan) y para el pez mosquito (alevines nacidos vivos) en cada día reproductivo. Los 64 días reproductivos para el fartet fueron del 16-III-2021 al 18-V-2021 y para el pez mosquito del 14-V-2021 al 16-VII-2021.

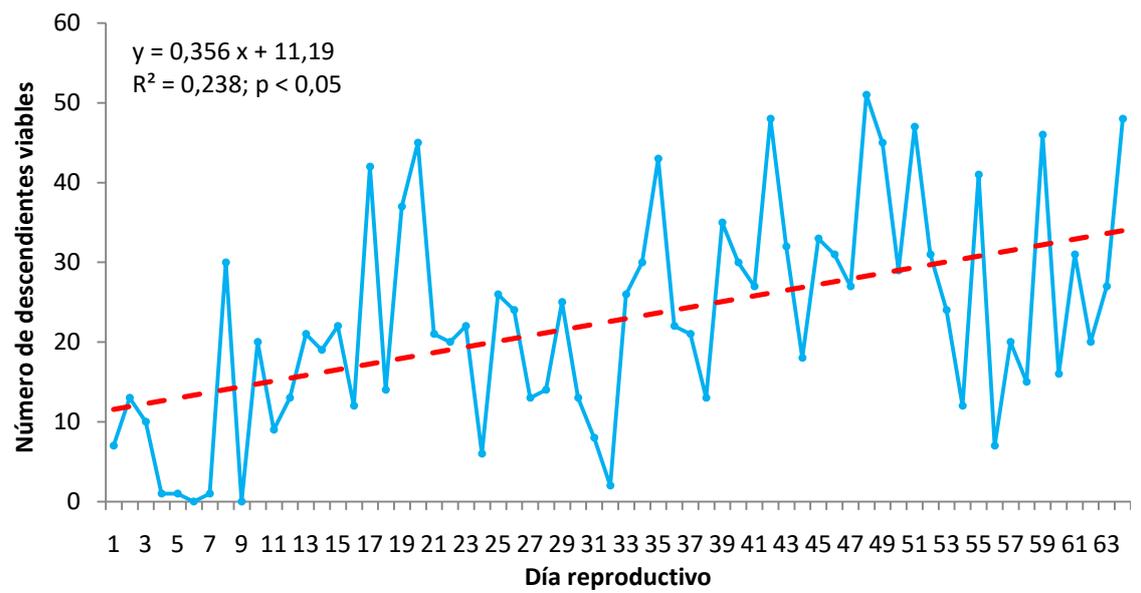


Figura 45. Número de descendientes viables obtenidos para ambas especies en conjunto en cada día reproductivo con la recta de ajuste lineal en rojo, su ecuación, el valor de R^2 y el de p . Los 64 días reproductivos para el fartet fueron del 16-III-2021 al 18-V-2021 y para el del pez mosquito del 14-V-2021 al 16-VII-2021.



Discusión. De acuerdo con nuestra hipótesis inicial, el hecho de que el número de descendientes viables producidos al día por el fartet fuese mayor (casi el doble) que el producido por el pez mosquito apoya el concepto de “estratega de la r” para el pez mosquito y “estratega extremo de la r” para el fartet. Así, el hecho de que el número de descendientes viables para ambas especies en conjunto se viese afectado positivamente con el paso del tiempo pudo deberse a que el aumento de la temperatura y de las horas de luz potenciasen la actividad de los peces y la reproducción (Koya, 2000).

4.2.3. POSIBLE RESISTENCIA DEL FARTET A LA SEQUÍA (INCUBACIÓN EN SECO DE HUEVOS)

Al restaurar las condiciones hídricas tras 15 días de desarrollo en seco, eclosionaron en total 9 alevines (5,63 %) de los 160 huevos usados inicialmente y habían muerto 151 huevos (94,37 %). El número medio de huevos que resistieron un período de sequía de 15 días en cada recipiente fue de 1,125 y el de los huevos no resistentes 18,875 (Figura 46).

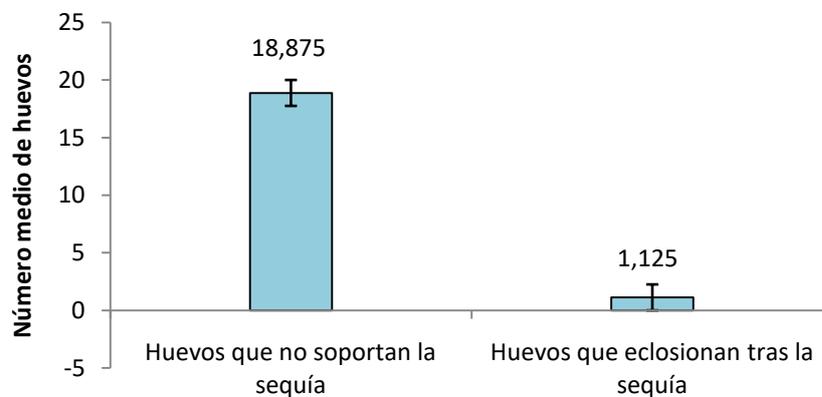


Figura 46. Número medio de huevos resistentes y no resistentes a la sequía durante 15 días. Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Discusión. De acuerdo con nuestra hipótesis inicial, la proporción obtenida de huevos de fartet capaces de resistir un período de sequía de 15 días como mínimo concuerda con lo observado en muchas especies cercanas a él que evolucionaron en el clima mediterráneo, donde muchas lagunas son estacionales y gran parte de los peces presentan ciclos anuales, pasando la estación seca en forma de huevo (Thompson, 2016). Esta información supone un gran avance en el estudio biológico de la especie, puesto que era desconocida hasta ahora para el fartet.

4.2.4. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DEL SEXO Y LA ESPECIE

La especie mostró un efecto significativo sobre el decremento de la condición física tras 64 días reproductivos ($p < 0,05$), mientras que el sexo no lo hizo (no existen diferencias significativas entre decremento de la condición física de machos y de hembras). Tampoco hubo un efecto interactivo significativo entre ambos factores (Tabla 21).

Tabla 21. Valores del modelo ANOVA de dos factores aplicado al decremento de la condición física de Fulton (K) con los factores especie, sexo y su interacción, con los valores de p significativos marcados.

	ANOVA de dos factores				
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Especie	1	0,139	0,139	6,317	0,015
Sexo	1	0,047	0,047	2,158	0,149
Especie:Sexo	1	0,056	0,056	2,569	0,115



Así, el decremento medio del factor K en los individuos de fartet fue mayor (0,29) que en los individuos de pez mosquito (0,06) (Figura 47).

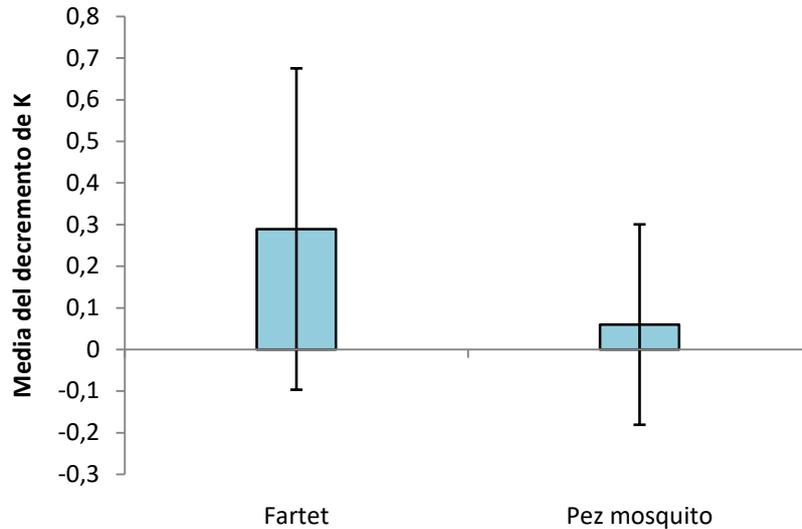


Figura 47. Decremento medio del factor de condición física de Fulton (K) de cada especie tras 64 días reproductivos. Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Discusión. De acuerdo con nuestra hipótesis inicial, este mayor desgaste energético observado en el fartet, casi 5 veces superior que el del pez mosquito, muestra el elevado esfuerzo reproductor de la especie y sustenta nuestro concepto de “estratega extremo de la r”. El pez mosquito se comporta como otro “estratega de la r”, pero invierte su energía de una forma más eficiente y sufre un decremento menor, produciendo gran cantidad de descendientes sin sufrir un elevado coste energético. Esto podría beneficiar al pez mosquito en sus relaciones interespecíficas, incrementando la energía que puede destinar a otras acciones vitales, como por ejemplo, el nado de huida de depredadores (más eficiente en pez mosquito que en fartet; Rubio-García, 2020). De esta forma, se conoce que la gran inversión reproductiva del fartet es la causa de una elevada mortalidad de individuos después del período reproductor de la especie (Doadrio, 2002-2011; Ruiz-Navarro, 2017).

4.2.5. DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS O ALEVINES

Fartet. El número de huevos producidos por el fartet durante 64 días reproductivos no estuvo relacionado significativamente con el decremento medio del factor de condición física de las hembras (Tabla 22 y Figura 48).

Tabla 22. Valores del modelo de regresión lineal simple aplicado al decremento de la condición física de Fulton (K) de las hembras de fartet y al número total de huevos producidos durante 64 días reproductivos, sin ningún valor de p significativo.

Modelo de Regresión lineal simple				
	Estimate	Error estándar	t valor	Pr(> t)
Intercepto	0,2216	0,427	0,519	0,626
Número de huevos	0,0004	0,002	0,169	0,872

Error estándar residual: 0,3614 en 5 grados de libertad.

R² múltiple: 0,0057; R² ajustado: -0,1932.

Estadístico F: 0,0287 en 1 y 5 grados de libertad; p-valor: 0,8722.

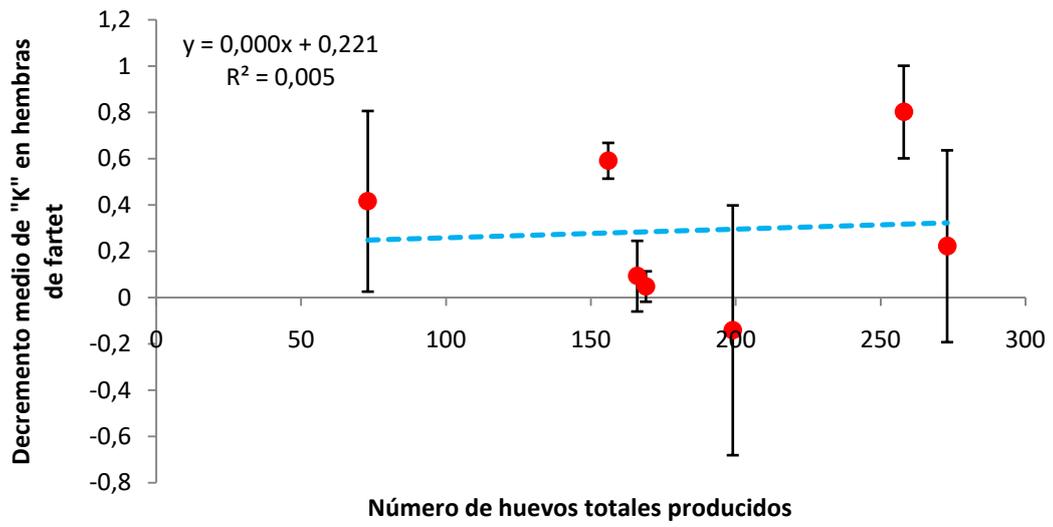


Figura 48. Relación entre el decremento del factor de condición física de Fulton (K) de las hembras de fartet de cada acuario (punto rojo) y el número de huevos producidos en cada uno de ellos tras 64 días reproductivos. Se muestra la recta de ajuste lineal en azul, su ecuación y el valor de R^2 . Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Pez mosquito. El número de alevines producidos por el pez mosquito durante 64 días reproductivos no estuvo relacionado significativamente con el decremento medio del factor de condición física de las hembras (Tabla 23 y Figura 49).

Tabla 23. Valores del modelo de regresión lineal simple aplicado al decremento de la condición física de Fulton (K) de las hembras de pez mosquito y al número total de alevines producidos durante 64 días reproductivos, sin ningún valor de p significativo.

	Modelo de Regresión lineal simple			
	Estimate	Error estándar	t valor	Pr(> t)
Intercepto	-0,0157	0,198	-0,079	0,940
Número de alevines	0,0018	0,002	0,744	0,490

Error estándar residual: 0,0984 en 5 grados de libertad.

R^2 múltiple: 0,0996; R^2 ajustado: -0,0805.

Estadístico, F: 0,5531 en 1 y 5 grados de libertad; p-valor: 0,4905.

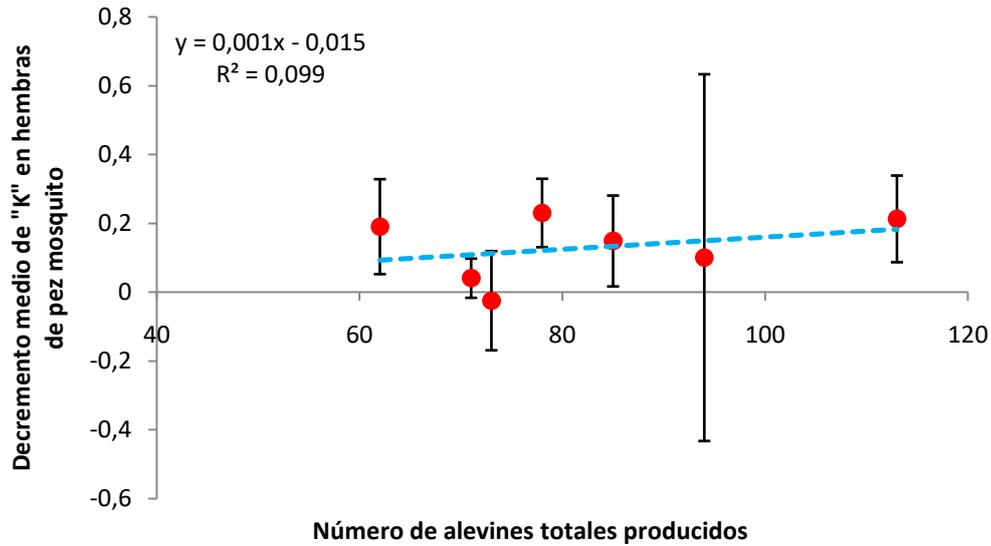


Figura 49. Relación entre el decremento del factor de condición física de Fulton (K) de las hembras de pez mosquito de cada acuario (punto rojo) y el número de alevines producidos en cada uno de ellos tras 64 días reproductivos. Se muestra la recta de ajuste lineal en azul, su ecuación y el valor de R^2 . Las barras de error representan la desviación estándar de la media.

Discusión. Contrariamente a nuestra hipótesis inicial, la falta de relación observada entre el decremento medio de "K" en hembras y el tamaño de la descendencia en ambas especies indica que deben existir otras variables que expliquen el decremento de la condición física de las hembras. Una de ellas podría ser la edad, ya que las hembras más jóvenes sufrirían un desgaste energético menor que las más longevas en la reproducción (Billman, 2014). Por tanto, continuar con la investigación aplicada a la reproducción de fartet y de pez mosquito (especialmente en relación con esta sección), sería de gran interés.

4.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS DIFERENTES CUERPOS DE AGUA: Vegetación y parámetros físico-químicos

El porcentaje de cobertura vegetal de cada especie y total con respecto a la superficie de cada cuerpo de agua se recogen en la Tabla 24. Las lagunas experimentales presentaron una cobertura vegetal total del $58,33 \pm 9,44$ % (desviación estándar). La Laguna de aclimatación inicial presentó aguas más "cerradas" con el valor más alto de porcentaje de cobertura vegetal (87,5 %); la Laguna mixta de la juncia mostró un porcentaje de cobertura vegetal menor (aguas más "abiertas", con un 50 %; Tabla 24).



Tabla 24. Porcentaje de cobertura vegetal de cada especie y total para los diferentes cuerpos de agua. Exp.1, 2, 3, 4, 5 y 6: Laguna experimental 1, 2, 3, 4, 5 y 6; LAI: Laguna de aclimatación inicial; LMJ: Laguna mixta de la juncia.

ESPECIES VEGETALES	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Exp.4	Exp.5	Exp.6	LAI	LMJ
<i>Alisma lanceolatum</i>	7,50	0	0	7,50	5,00	5,00	2,50	0
<i>Apium graveolens</i>	0	0	5,00	0	5,00	0	5,00	0
<i>Atriplex prostrata</i>	5,00	5,00	0	0	0	0	0	0
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	5,00
<i>Carex cuprina</i>	0	0	0	5,00	5,00	5,00	0	5,00
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0	0	0	0	0	0	10,00	0
<i>Chara vulgaris</i>	35,00	10,00	5,00	0	0	5,00	0	0
<i>Cladophora glomerata</i>	0	15,00	10,00	0	12,50	10,00	25,00	2,50
<i>Dorycnium rectum</i>	0	0	0	5,00	0	0	5,00	2,50
<i>Iris pseudacorus</i>	0	0	0	0	0	0	2,50	0
<i>Juncus acutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,50
<i>Lemna minor</i>	0	0	0	15,00	0	10,00	0	0
<i>Lycopus europaeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,50
<i>Mentha aquatica</i>	0	0	0	0	0	0	2,50	0
<i>Paspalum spp.</i>	0	0	0	0	0	0	2,50	0
<i>Phragmites australis</i>	0	5,00	0	5,00	0	0	0	0
<i>Polypogon monspeliensis</i>	0	0	0	0	0	5,00	0	0
<i>Polygonum spp.</i>	0	0	0	0	0	5,00	0	0
<i>Populus alba</i>	0	0	0	0	0	0	2,50	0
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	2,50	0
<i>Salix spp.</i>	0	0	0	0	0	0	2,50	0
<i>Samolus valerandi</i>	0	5,00	5,00	0	5,00	5,00	2,50	0
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0	5,00	0	0	5,00	0	0	2,50
<i>Scirpus holoschoenus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,50
<i>Sparganium erectum</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,50
<i>Tamarix canariensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,50
<i>Typha latifolia</i>	15,00	10,00	10,00	17,50	20,00	0	25,00	20,00
COBERTURA TOTAL	67,50	60,00	40,00	60,00	62,50	60,00	87,50	50,00

La temperatura en las Lagunas experimentales fue $22,49 \pm 0,80$ °C y en los Filtros biológicos $23,36 \pm 0,63$ °C. La turbidez en las Lagunas experimentales fue $12,65 \pm 4,43$ FTU y en los Filtros biológicos $9,08 \pm 0,6$ FTU. El pH en las Lagunas experimentales fue $7,54 \pm 0,32$ y en los Filtros biológicos $8,04 \pm 0,13$. La conductividad en las Lagunas experimentales fue $1289,25 \pm 315,26$ μ S/cm y en los Filtros biológicos fue $605,25 \pm 21,56$ μ S/cm. El oxígeno disuelto en las Lagunas experimentales fue $5,24 \pm 0,72$ mg/L y su porcentaje de saturación fue $61,58 \pm 8,35$ %; en los Filtros biológicos el oxígeno disuelto fue $6,88 \pm 0,72$ mg/L y su porcentaje de saturación fue $79,95 \pm 10,65$ %. El fosfato y el cloro total en las Lagunas experimentales fue de $1,7 \pm 0,39$ mg/L y $0,73 \pm 0,048$ mg/L respectivamente, y en los Filtros biológicos fue de $1,275 \pm 0,18$ mg/L y de $0,83 \pm 0,007$ mg/L respectivamente (los valores \pm son desviación estándar; Tabla 25).



Tabla 25. Valores medios de los parámetros físico-químicos medidos en cada cuerpo hídrico. “T”: Temperatura (°C); “Turb”: Turbidez (FTU); “pH”: pH; “Cond”: Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$); “OD”: Oxígeno disuelto (mg/L); “%OD”: Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; “PT”: Fosfato total (mg/L); “CT”: Cloro total (mg/L).

CUERPO HÍDRICO	T	Turb	pH	Cond	OD	%OD	PT	CT
Laguna Experimental 1	23,25	21,45	7,320	1814,5	3,885	46,10	1,70	0,725
Laguna Experimental 2	22,12	10,50	7,725	1397,5	5,050	58,90	1,60	0,705
Laguna Experimental 3	22,22	9,280	8,075	1019,5	5,830	68,20	2,05	0,705
Laguna Experimental 4	22,43	10,95	7,435	1410,0	5,655	68,00	1,55	0,670
Laguna Experimental 5	21,37	11,25	7,515	1095,0	5,400	62,80	2,20	0,800
Laguna Experimental 6	23,57	12,50	7,175	999,0	5,615	65,45	1,10	0,770
Laguna de aclimatación inicial	23,10	9,800	7,230	808,0	4,650	54,30	2,05	0,705
Laguna mixta de la juncia	21,11	7,600	7,265	1438,5	4,830	52,60	1,30	0,760
Filtro biológico del fartet	23,80	9,500	8,130	590,0	7,385	87,50	1,15	0,835
Filtro biológico del pez mosquito	22,91	8,650	7,950	620,5	6,365	72,40	1,40	0,825
VALOR MEDIO GENERAL	22,59	11,15	7,582	1119,3	5,467	63,63	1,61	0,750

Discusión. Tanto la cobertura vegetal total como los parámetros físico-químicos analizados presentaron valores muy similares entre las lagunas experimentales, siendo escasa la varianza. Por este motivo, pensamos que no deben considerarse sesgados los resultados obtenidos de la experimentación en condiciones naturales semicontroladas, ya que podemos asumir unas condiciones ambientales muy similares entre las lagunas (dentro de lo que la “naturalidad” del experimento permite). Por otra parte, estos resultados permiten asegurar la adecuada dinámica del ecosistema (sobre todo en los recientemente creados, cuyos valores fueron muy similares con los de las lagunas ya existentes, como la Laguna de aclimatación inicial y la mixta de la juncia).



5. LIMITACIONES Y CONCLUSIÓN

5.1. LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES DE INVESTIGACIÓN FUTURA

La extensión en el tiempo de la experimentación en condiciones controladas de laboratorio y especialmente en condiciones naturales semicontroladas (lagunas experimentales de nueva creación) aportaría información valiosa sobre las relaciones interespecíficas existentes (y sus posibles cambios temporales) en función del estadio de los individuos (alevines, juveniles o adultos sexualmente maduros). Igualmente interesante sería la consideración de otras variables (ej. la fecundidad de los adultos) ya que las relaciones interespecíficas pueden ser diferentes en función de la variable respuesta estudiada.

El mantenimiento de los acuarios de obtención de alevines durante todo el período reproductor, y no solo durante 64 días, proporcionaría información preciada de la biología reproductiva de cada especie. Asimismo, sería de especial interés continuar las investigaciones sobre la resistencia a la sequía de los huevos de fartet (con importantes consecuencias para su conservación, como la desecación de lagunas con ambas especies para erradicar al pez mosquito), sobre los factores que afectan de forma más significativa al decremento de la condición física del fartet, y sobre el efecto de la vegetación y los parámetros físico-químicos sobre el fartet.

Finalmente, los resultados de este trabajo se pueden aplicar para desarrollar y ejecutar actuaciones de conservación del fartet y de erradicación del pez mosquito específicas para la Charca de Suárez, además de fomentar la investigación y realización de acciones para mitigar los efectos del pez mosquito sobre el fartet (ej. refugios de alevines).

5.2. CONCLUSIÓN

Este trabajo pone de manifiesto que las relaciones interespecíficas existentes entre el fartet y el pez mosquito son el amensalismo y la depredación, mostrándose el fartet como la especie perjudicada en ambas interacciones. Así, no sería recomendable realizar reintroducciones de fartet en lagunas con presencia de pez mosquito, ni mucho menos alevines, que serían más depredados, pudiendo llegar a desaparecer dando como resultado una reintroducción fallida, con los costes económicos y de individuos que conlleva. Lo más apropiado sería realizar reintroducciones de fartet con individuos jóvenes de tamaño mediano / grande en lagunas libres de pez mosquito. Además, sería necesario evitar la entrada de pez mosquito en estas lagunas.

El fartet muestra cambios temporales en el uso del microhábitat, refugiándose en invierno en la vegetación de zonas más profundas y menos expuestas, para migrar en primavera y verano hacia aguas superficiales de zonas más soleadas, cálidas y con abundante vegetación sumergida. De esta forma, antes de realizar una reintroducción sería fundamental definir varios microhábitats importantes en el conjunto de la laguna: uno otoñal/invernal más profundo, con abundante vegetación sumergida y poco soleado; y otro primaveral/estival con abundante vegetación pero más soleado (época reproductiva). Esto permitirá al fartet migrar en función de sus necesidades. En el caso de que estén presentes ambas especies en una laguna, habría que realizar acciones de control del pez mosquito a nivel de superficie (donde



es más abundante) entre el invierno y antes del inicio de la época reproductiva, tiempo en el cual el fartet se encontrará generalmente en el fondo y no será afectado negativamente por estos trabajos.

Proponemos al pez mosquito como “estratega de la r” y al fartet como “estratega extremo de la r” debido a que en el caso del fartet, fue mayor el número de descendientes viables producidos (casi el doble) y también el desgaste energético observado (casi el quintuple), poniendo de manifiesto el elevado esfuerzo reproductor de la especie. En el caso del pez mosquito se incrementa de esta forma la energía que puede destinar a otras acciones vitales, como a la huída de depredadores. Así, se debe evitar en la medida de lo posible la presencia de depredadores en lagunas con fartet, especialmente tras la época reproductiva (que lo depredarían con mayor grado que al pez mosquito).

El diseño y ejecución de estrategias de conservación para una especie amenazada por tantos factores como el fartet no es tarea fácil, y mucho menos en el contexto de presencia de pez mosquito, que presiona severamente a sus poblaciones. Por este motivo, es fundamental continuar con la investigación de las relaciones ecológicas interespecíficas existentes entre ambas especies, considerando diferentes estadios, variables y condiciones ambientales, para poder así evitar la pérdida de uno de los endemismos más emblemáticos de la ictiofauna continental ibérica.



6. BIBLIOGRAFÍA

- Alam, S.M.A., Sarkar, S.I., Miah, M.A., et al. (2021). Management Strategies for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Hatchery in the Face of Climate Change Induced Rising Temperature. *Aquaculture Studies*. 21. 55-62.
- Alcaide, E., Amaro, C., Todolí, R. & Oltra, R. (1999). Isolation and characterization of *Vibrio parahaemolyticus* causing infection in Iberian toothcarp *Aphanius iberus*. *Diseases in Aquatic Organisms*. 35 (1). 77-80.
- Billman, E.J. & Belk, M.C. (2014). Effect of age-based and environment-based cues on reproductive investment in *Gambusia affinis*. *Ecology and Evolution*. 4 (9). 1611-1622.
- Blanca G., Cabezedo B., Cueto M. et al. (Eds.)(2011). *Flora Vascular de Andalucía Oriental (2ª edición corregida y aumentada)*. Granada, España: Universidades de Almería, Granada, Jaén y Málaga.
- Brown, S.J. & Maceina, M.J. (2002). The influence of disparate levels of submersed aquatic vegetation on largemouth bass population characteristics in a Georgia Reservoir. *Journals Aquatic Plant Management*. 40. 28-35.
- Cano-Rocabayera, O., Vargas-Amengual, S., Aranda, C. et al. (2020). Mosquito larvae consumption in turbid waters: the role of the type of turbidity and the larval stage in native and invasive fish. *Hydrobiologia*. 847. 1371-1381.
- Carmona-Catot, G., Magellan, K. & García-Berthou, E. (2013). Temperature-Specific Competition between Invasive Mosquitofish and an Endangered Cyprinodontid Fish. *Plos One*. 8 (1). e54734.
- Casas, J. J., Sánchez-Oliver, J. S., Sanz, A., et al. (2011). The paradox of the conservation of an endangered fish species in a Mediterranean region under agricultural intensification. *Biological Conservation*. 144 (1). 253-262.
- Cruz-Pizarro, L., de Vicente, I., Moreno-Ostos, E. et al. (2003). Estudios de diagnóstico y viabilidad en el control de la eutrofización de las lagunas de la Albufera de Adra. *Limnetica*. 23. 137-156.
- Doadrio, I. (Ed.) (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Madrid, España: CSIC y Ministerio de Medio Ambiente.
- Doadrio, I., Perea, S., Garzón-Heydt, P. et al. (2011). *Ictiofauna continental española. Bases para su seguimiento. DG Medio Natural y Política Forestal*. Madrid, España: MARM.
- Duarte, C.M. (Coord.), Alonso, S., Benito, G. et al. (2006). *Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid, España: CSIC.
- Edwards, T.M., Toft, G. & Guillette, L.J. (2010). Seasonal reproductive patterns of female *Gambusia holbrooki* from two Florida lakes. *Science of The Total Environment*. 408 (7). 1569-1576.
- Excmo. Ayto. de Motril (2015). Reserva Natural Concertada Charca de Suárez. Medio Ambiente: Ayuntamiento de Motril. Motril, España: <http://www.motril.es/index.php?id=1343>.
- Famoofo, O.O. & Abdul, W.O. (2020). Biometry, condition factors and length-weight relationships of sixteen fish species in Iwopin fresh-water ecotype of Lekki Lagoon, Ogun State, Southwest Nigeria. *Heliyon*. 6 (1). e02957.
- Gardner, R. & Finlayson, C. (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and Their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Gholami, Z., Rahimi, M.T., Zarei, R. et al. (2014). First report of *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora: Oligohymenophorea) from *Aphanius dispar* (Cyprinodontidae) in Iran. *Journal of Coastal Life Medicine*. 2 (6). 490-495.
- Gómez, S. (2001). Tubercular Lesions in two Spanish Cyprinodontid fishes. *Aquarium Sciences and Conservation*. 3 (4). 321-324.
- González, E. G., Cunha, C., Ghanavi, H. R. et al. (2017). Phylogeography and population genetic analyses in the Iberian toothcarp (*Aphanius iberus* Valenciennes, 1846) at different time scales. *The Journal of Heredity*. 109 (3). 253-263.
- Grooten, M. & Almond, R. (Eds.) (2018). Living Planet Report 2018: Aiming Higher. World Wildlife Fund. WWF. Gland, Switzerland.
- Hoch, J.M., Cabanelas, A., Coury, O.S. et al. (2019). The Influence of Personality on Small Fish Migration and Dispersal in the Everglades. *Wetlands*. 39. 991-1002.
- Hughes, K. (2021). *The World's Forgotten Fishes*. World Wildlife Fund. Gland, Switzerland.
- Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible(2015). Biodiversidad de peces e invertebrados de medios acuáticos epicontinentales: *Aphanius iberus*. Sevilla, España: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca>



[/?vgnnextoid=2fc8f141c7338410VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=bdfb6cbc15e77310VgnVCM2000000624e50aRCRD](https://doi.org/10.1016/j.biol.2020.08.077).

Keiller, M.L., Lopez, L.K., Paijmans, K.C. et al. (2021). Behavioural plasticity in a native species may be related to foraging resilience in the presence of an aggressive invader. *Biology letters*. 17 (3). 20200877.

Keskin, E. (2016). Molecular evidence for the predation of Critically Endangered endemic *Aphanius transgrediens* from the stomach contents of world wide invasive *Gambusia affinis*. *Mitochondrial DNA Part A: DNA Mapping, Sequencing, and Analysis*. 27 (2). 1210-1215.

Koya, Y. & Kamiya, E. (2000). Environmental regulation of annual reproductive cycle in the mosquitofish, *Gambusia affinis*. *Journal of Experimental Zoology*. 286 (2). 204-211.

Livingston, J.D., Kahn, A.T. & Jennions, M.D. (2014). Sex differences in compensatory and catch-up growth in the mosquitofish *Gambusia holbrooki*. *Evolutionary Ecology*. 28. 687-706.

Lopez, L.K., Davis, A.R. & Wong, M.Y.L. (2018). Behavioral interactions under multiple stressors: temperature and salinity mediate aggression between an invasive and a native fish. *Biological Invasions*. 20. 487-499.

Lynch, A.J., Cooke, J.S., Deines, A.M. et al. (2016). The social, economic, and environmental importance of inland fish and fisheries. *Environmental Reviews*. 24. 115-121.

Madrona, M.T., Fernández, J., Morón, I. et al. (2006). *Plan de uso y Gestión del Parque de los Humedales de la Vega de Motril*. Motril, España: Tecforma. Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Motril.

Magellan, K. & García-Berthou, E. (2016). Experimental evidence for the use of artificial refugia to mitigate the impacts of invasive *Gambusia holbrooki* on an endangered fish. *Biological Invasions*. 18 (3). 873-882.

Magellan, K. & García-Berthou, E. (2021). Prioritizing sex recognition over learned species recognition: hierarchical mate recognition in an invasive fish. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 9. 646357.

Masoudi, M., Esmaeili, H.R. & Ebrahimi, M. (2018). Embryology and early ontogeny of an endemic tooth-carp fish, *Aphanius sophiae* (Heckel, 1847). *Applied Ichthyology*. 34 (3). 622-632.

Messaad, I.A. & Al Zailaie, K.A. (2017). Evaluation of Glyphosate Toxicity on Arabian killifish, *Aphanius dispar* Collected from Southwestern Saudi Arabia. *Global Journal of Science Frontier Research: C Biological Science*. 17(3). 43-50.

Mhaisen, F.T. & Al-Niaem, K.S. (2019). Checklists of Fungi and Fungal-like Organisms Infecting Fishes of Basrah Province, Iraq. *Biological and Applied Environmental Research*. 3 (1). 42-56.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España (2007). Conservación de Especies: *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*. Madrid, España: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>.

Monti, F. & Marcelli, M. (2021). Pushed to the edge: Environmental factors drive ecological responses of *Aphanius fasciatus* when in sympatry with invasive *Gambusia holbrooki*. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem*. 2021. 1-13.

Moreno-Valcárcel, R. & Ruiz-Navarro, A. (2017). *Gambusia-Gambusia holbrooki*. En: Sanz, J. J. & García-Berthou, E. (Eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid, España: Museo Nacional de Ciencias Naturales; <http://www.vertebradosibericos.org/>.

Moreno-Valcárcel, R., Torralva, M.M., Verdiell-Cubedo, D. et al. (2012). Dinámica poblacional y relaciones con el hábitat de *Aphanius iberus* (Valenciennes 1846) en un humedal con salinas en explotación. *Anales de biología*. 34. 89-102.

Moyle, P.B. (1995). Conservation of native freshwater fishes in the Mediterranean-type climate of California, USA: A review. *Biological Conservation*. 72 (2). 271-279.

Navado, J. C. & Paracuellos, M. (1999). El fartet en Almería. Una estrategia de conservación. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc* (163-168). Valencia, España: Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana.

Nguyen, H., Bell, J.D. & Patil, J.G. (2021). Daily ageing to delineate population dynamics of the invasive fish *Gambusia holbrooki*: implications for management and control. *Biological Invasions*. 23. 2261-2270.

Oliva, F.J. (2008). *Biología y Conservación de Aphanius iberus (Valenciennes, 1846) en la Región de Murcia* (Tesis doctoral). Murcia, España: Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia.



- Özer, A. (2007). *Trichodina modesta* Lom, 1970 (Ciliophora: Peritrichia) infestations of an endemic Toothcarp *Aphanius danfordii* Boulenger, 1890 (Pisces: Cyprinodontidae) in Sinop, Turkey. *Journal of Natural History*. 41. 2543-2549.
- Perdices, A., Carmona, J. A., Fernández-Delgado, C. et al. (2001). Nuclear and mitochondrial data reveal high genetic divergence among Atlantic and Mediterranean populations of the Iberian killifish *Aphanius iberus* (Teleostei: Cyprinodontidae). *Heredity*. 87 (3). 314-324.
- Prado, P., Alcaraz, C., Jornet, L., et al. (2017). Effects of enhanced hydrological connectivity on Mediterranean salt marsh fish assemblages with emphasis on the endangered Spanish toothcarp (*Aphanius iberus*). *PeerJ*. 5. e3009.
- Rodríguez-Climent, S., Caiola, N. & Ibáñez, C. (2013). Salinity as the main factor structuring small-bodied fish assemblages in hydrologically altered Mediterranean coastal lagoons. *Scientia marina*. 77 (1). 37-45.
- Rubio-García, F., García-Berthou, E. & Latorre, D. (2020). Differences in swimming performance and energetic costs between an endangered native toothcarp (*Aphanius iberus*) and an invasive mosquitofish (*Gambusia holbrooki*). *Ecology of Freshwater Fish*. 29. 230-240.
- Ruiz-Navarro, A. & Oliva Paterna, F. J. (2017). Fartet – *Aphanius iberus*. En: Sanz, J. J., Oliva Paterna, F. J. (Eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid, España: Museo Nacional de Ciencias Naturales; <http://www.vertebradosibericos.org/>.
- Ruiz-Navarro, A., Torralva, M.M. & Oliva-Paterna, F. (2013). Trophic overlap between cohabiting populations of invasive mosquitofish and an endangered toothcarp at changing salinity conditions. *Aquatic Biology*. 19. 1-11.
- Sayyadzadeh, G., Esmaili, H.R., Ghasemian, S., et al. (2016). Co-invasion of anchor worms *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae) in some freshwater fishes of the Kor River Basin, southwest of Iran with some remarks on the ecological aspects of lernaeciosis in the country. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 15 (1). 369-389.
- Singh, S.K., Baidya, S., Das, P., et al. (2021). Functional Role of Dietary Supplements on Reproductive Physiology of Fishes. En: Sundaray, J.K., Rather, M.A., Kumar S., et al. (Eds.). *Recent updates in molecular Endocrinology and Reproductive Physiology of Fish* (243-258). Springer, Singapore: Springer Nature Singapore.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*. 347. 12598557.
- Strayer, D.L. & Dudgeon, D. (2010). Freshwater biodiversity conservation: Recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*. 29, 344-358.
- Su, G., Logez, M., Hu, J. et al. (2021). Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science*. 371. 835-838.
- Thompson, A.W. & Ortí, G. (2016). Annual killifish transcriptomics and candidate genes for metazoan diapause. *Molecular Biology and Evolution*. 33(9). 2391-2395.
- Tickner, D., Opperman, J.J., Abell, R., et al. (2020). Bending the Curve of Global Freshwater Biodiversity Loss: An Emergency Recovery Plan. *BioScience*. 70, 330-342.
- Torralva, M.M. & Oliva-Paterna, F. J. (2002). Problemática de los Ciprinodóntidos en el Sureste Peninsular: Criterios y Estrategia de Recuperación. En: Doadrio I. (Ed.). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España* (313-320). Madrid, España: CSIC y Ministerio de Medio Ambiente.
- Van der Laan, R. (2020). *Freshwater Fish List, thirtieth edition*. Almere, Netherlands: Hogeschool Utrecht.
- Varo, I., Amat, F. & Navarro, J. C. (2008). Acute toxicity of dichlorvos to *Aphanius iberus* (Cuvier & Valenciennes, 1846) and its anti-cholinesterase effects on this species. *Aquatic Toxicology*. 88 (1). 53-61.
- Verdiell-Cubedo, D., Torralva, M.M., Andreu-Soler, A. et al. (2012). Effects of Shoreline Urban Modification on Habitat Structure and Fish Community in Littoral Areas of a Mediterranean Coastal Lagoon (Mar Menor, Spain). *Wetlands*. 32 (4). 631-641.
- Wilson, A.D.M., Godin, J.J. & Ward, A.J.W. (2010). Boldness and Reproductive Fitness Correlates in the Eastern Mosquitofish, *Gambusia holbrooki*. *Ethology*. 116 (1). 96-104.
- Zamora, J.M., Vidal, J.M., Torralva, M.M. et al. (2017). Restablecimiento de una población de fartet (*Aphanius iberus*) en las Salinas de Rasall (Calblanque): implicaciones y evaluación de la acción de conservación. En: Ballesteros, G.A., Belmonte, F., Sánchez, J.M., et al. (Coord.). *Biodiversidad y procesos ecológicos en el Sureste Ibérico* (242-249). Murcia, España: Universidad de Murcia.



ANEXO I: Inventario de fotografías

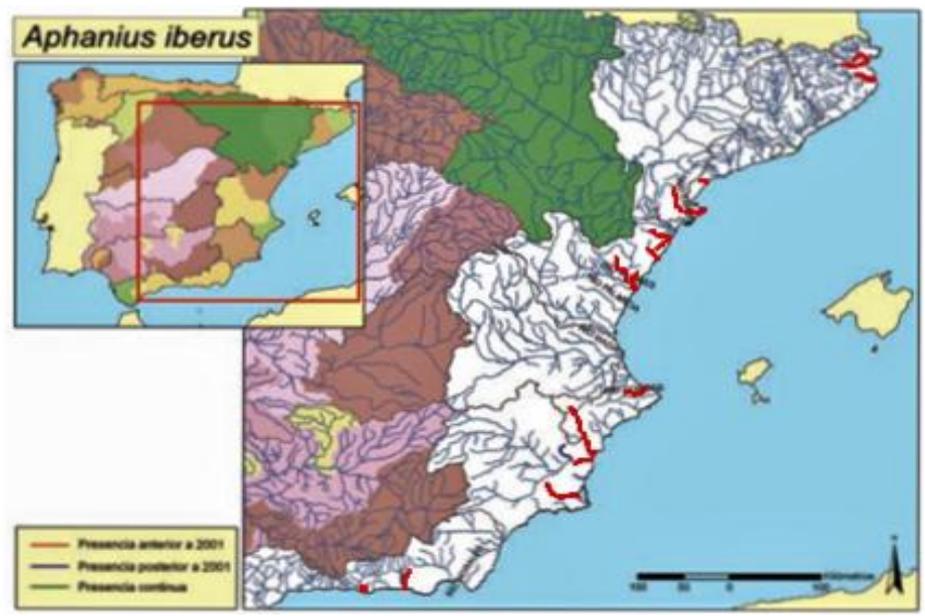


Figura 1. Mapa de la distribución del fartet, compuesto por 16 localidades (en color rojo) en el litoral mediterráneo español. Actualizado y adaptado de Doadrio, 2011.



Figura 2. Machos (arriba) y hembras (abajo) de fartet.



Figura 3. Macho (arriba a la izquierda) y hembras (abajo a la izquierda y derecha) de pez mosquito.



Figura 4. 30 alevines de fartet (izquierda) y de pez mosquito (derecha) pertenecientes a una cohorte de los 15 días anteriores, usados para la experimentación en condiciones controladas de laboratorio: Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie.

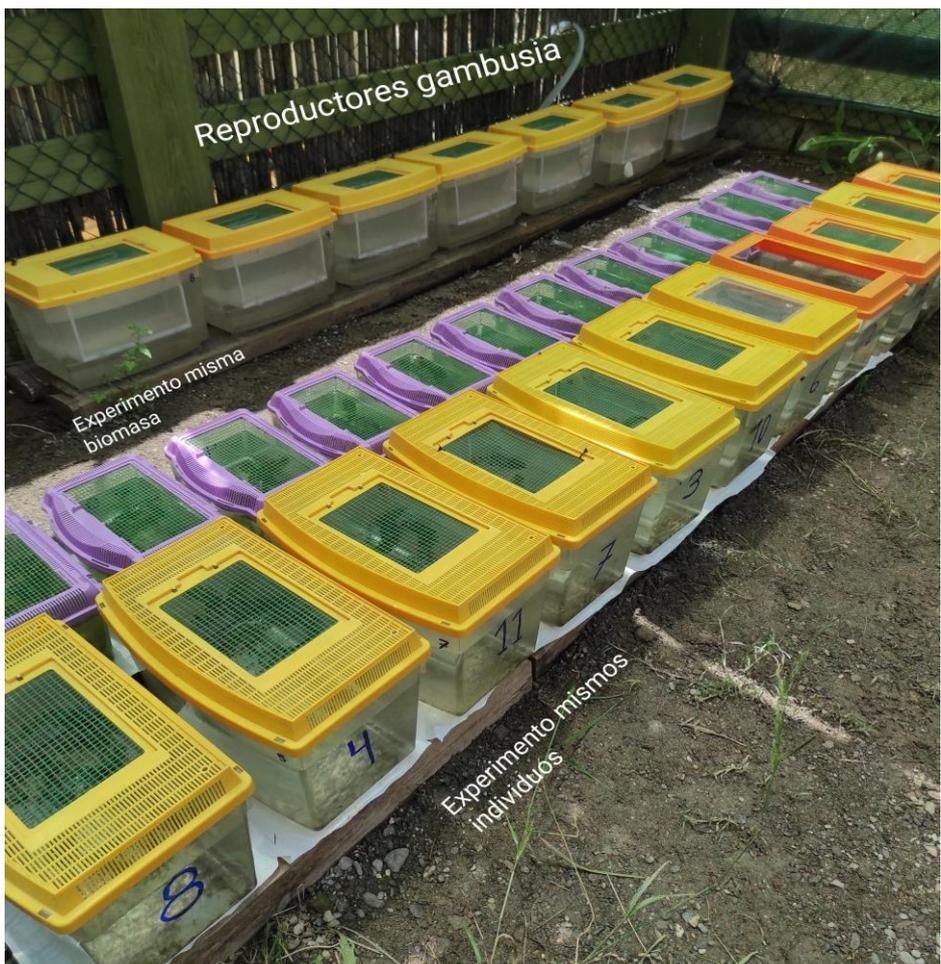


Figura 5. Localización y distribución de los acuarios usados para la experimentación en condiciones controladas de laboratorio y para la obtención de alevines.

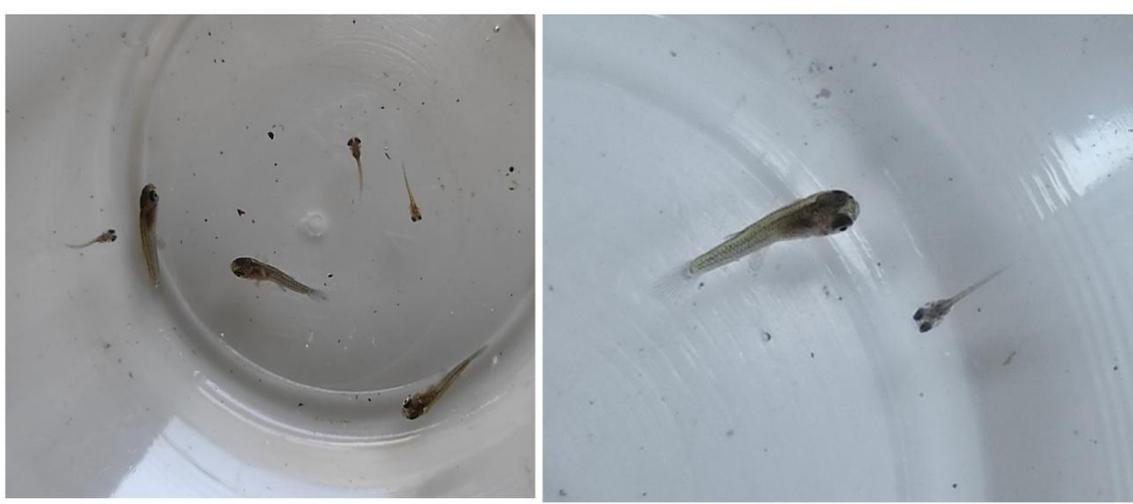


Figura 6. Diferencia de tamaño entre los alevines con un día de vida de fartet (más pequeños) y de pez mosquito (más grandes) de la experimentación en condiciones controladas de laboratorio.



Figura 7. Alevines pertenecientes a una cohorte de 15 días (nacidos entre los 15 días anteriores al inicio del experimento) de fartet (izquierda) y pez mosquito (derecha) para la experimentación en condiciones controladas de laboratorio.



Figura 8. Medición del biovolumen que ocupan los alevines pertenecientes a una cohorte de 15 días para la experimentación en condiciones controladas de laboratorio: Relaciones interespecíficas partiendo del mismo biovolumen de cada especie.



Figura 9. Control 2: 0,1 cm³ de fartet (50 alevines) a la izquierda, Control 1: 0,1 cm³ de pez mosquito (10 alevines) a la derecha, y Especies juntas: 0,05 cm³ de pez mosquito (5 alevines) + 0,05 cm³ de fartet (25 alevines) en el centro, para la experimentación en condiciones controladas de laboratorio: Relaciones interespecíficas partiendo del mismo biovolumen de cada especie.



Figura 10. Biovolumen de los alevines una vez finalizado el experimento de condiciones controladas de laboratorio: Relaciones interespecíficas partiendo del mismo biovolumen de cada especie. Control 2: alevines de fartet solos (arriba a la izquierda), Control 1: alevines de pez mosquito solos (abajo a la izquierda), y Especies juntas: alevines de fartet (arriba a la derecha) de pez mosquito (abajo a la derecha). En este último caso, el tamaño del fartet es visiblemente menor que en el Control 2.



UNIVERSIDAD DE GRANADA



Figura 11. Fotografía aérea de las Lagunas experimentales y de la zona destinada a la experimentación en condiciones naturales semicontroladas en lagunas de reciente creación. Fuente: David López.



Figura 12. Proceso de excavación de las Lagunas experimentales para la experimentación en condiciones naturales semicontroladas en lagunas de reciente creación.



Figura 13. Lagunas experimentales de la experimentación en condiciones naturales semicontroladas en lagunas de reciente creación, naturalizadas un año después de ser excavadas.



Figura 14. Nasas de pesca utilizadas e individuos de fartet capturados tanto en las Lagunas experimentales de la experimentación en condiciones naturales, como en la Laguna de aclimatación inicial y mixta de la juncia del seguimiento observacional de poblaciones de fartet existentes previamente.



Figura 15. Microhábitat A (arriba a la izquierda), B (arriba a la derecha) y C (abajo) de la Laguna de aclimatación inicial del seguimiento observacional de poblaciones de fartet existentes previamente.



Figura 16. Laguna mixta de la juncia del seguimiento observacional de poblaciones de fartet existentes previamente.



Figura 17. Sistema de tubos para los acuarios de obtención de alevines del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.



Figura 18. Sistema de Filtros biológicos (uno para cada grupo de acuarios de cada especie) y bombas del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.



Figura 19. Adecuación de los acuarios de obtención de alevines (parideras para el pez mosquito, izquierda; y vegetación artificial para fartet, derecha) del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.



Figura 20. Localización y extracción de huevos de fartet de la vegetación artificial para su posterior incubación del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.

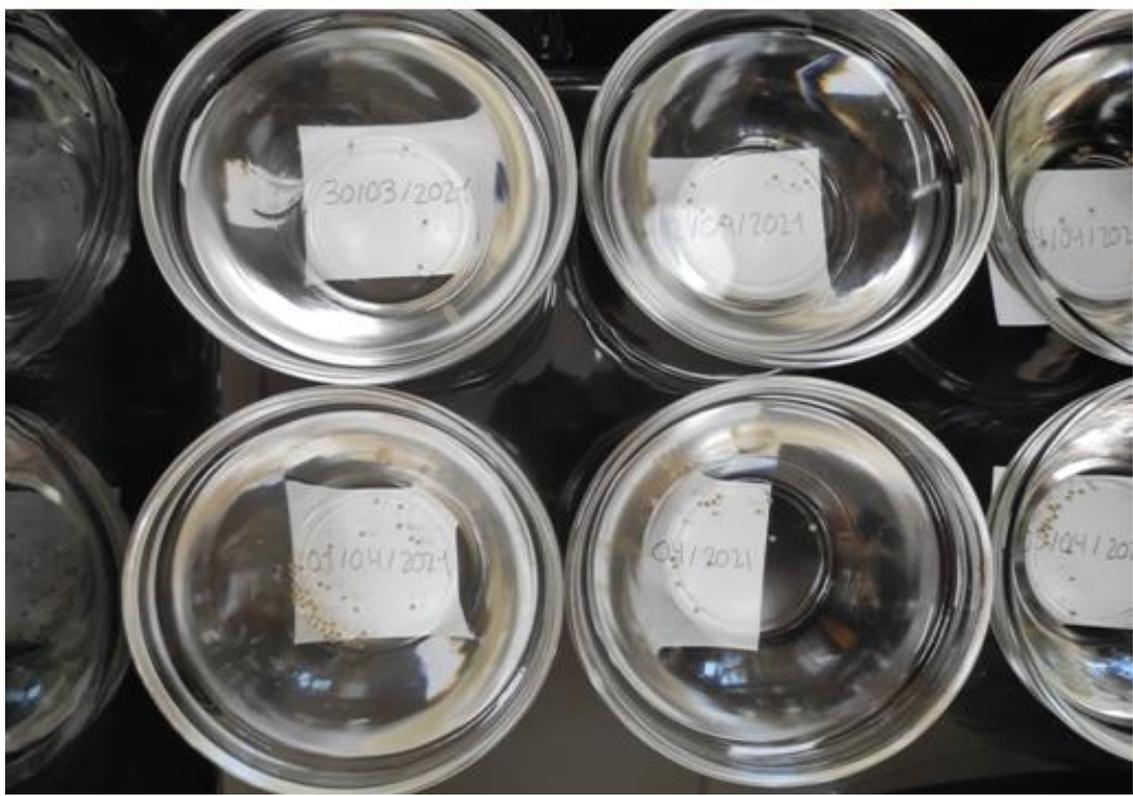


Figura 21. Placas de Petri con huevos de fartet en diferente grado de desarrollo dentro del acuario de incubación del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie

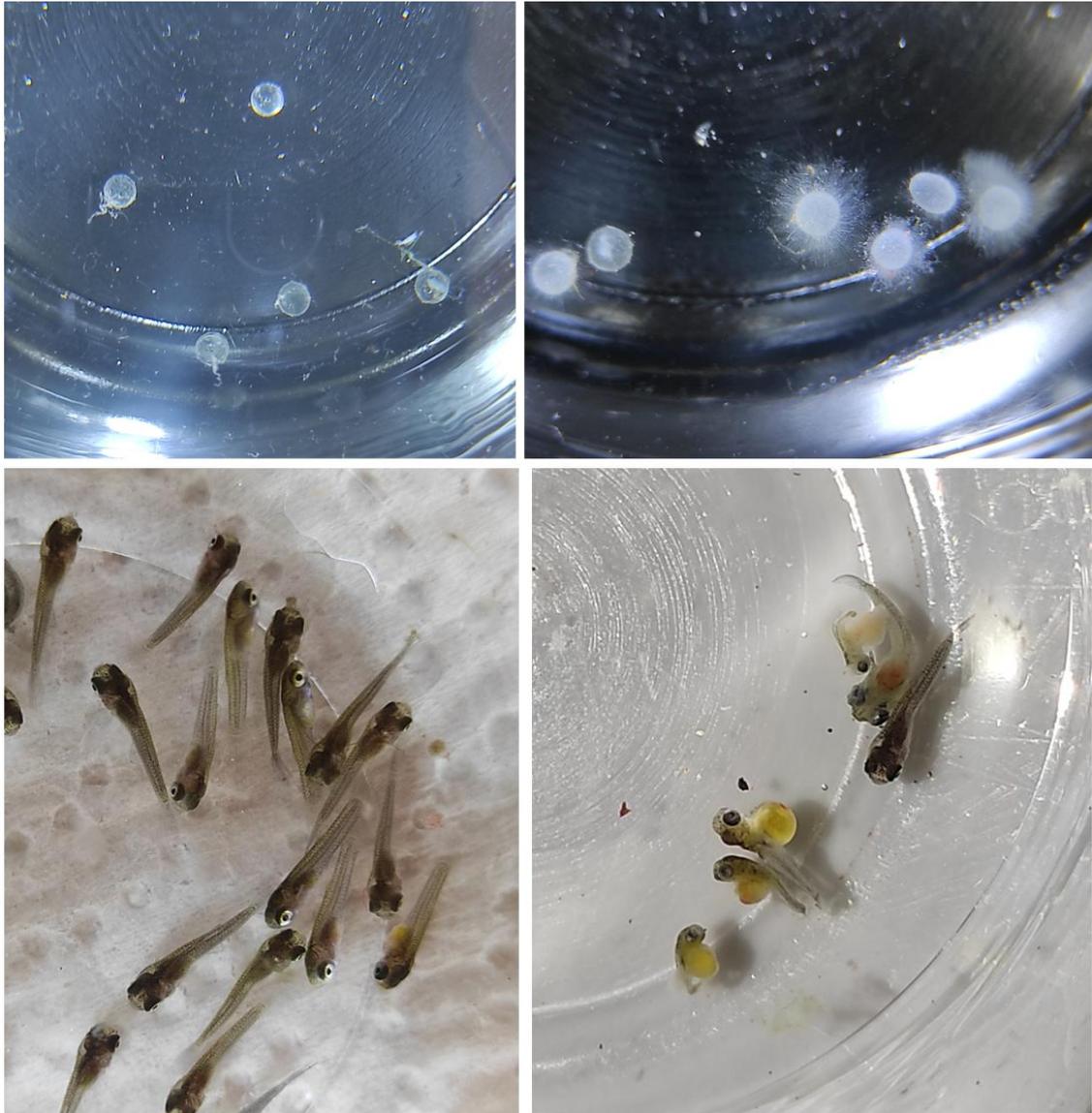


Figura 22. Huevos sanos (descendencia viable) de fartet (arriba a la izquierda); huevos muertos por infecciones fúngicas (descendencia inviable) de fartet (arriba a la derecha); alevines nacidos vivos de pez mosquito (abajo a la izquierda); y alevines nacidos muertos de pez mosquito (abajo a la derecha) del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.

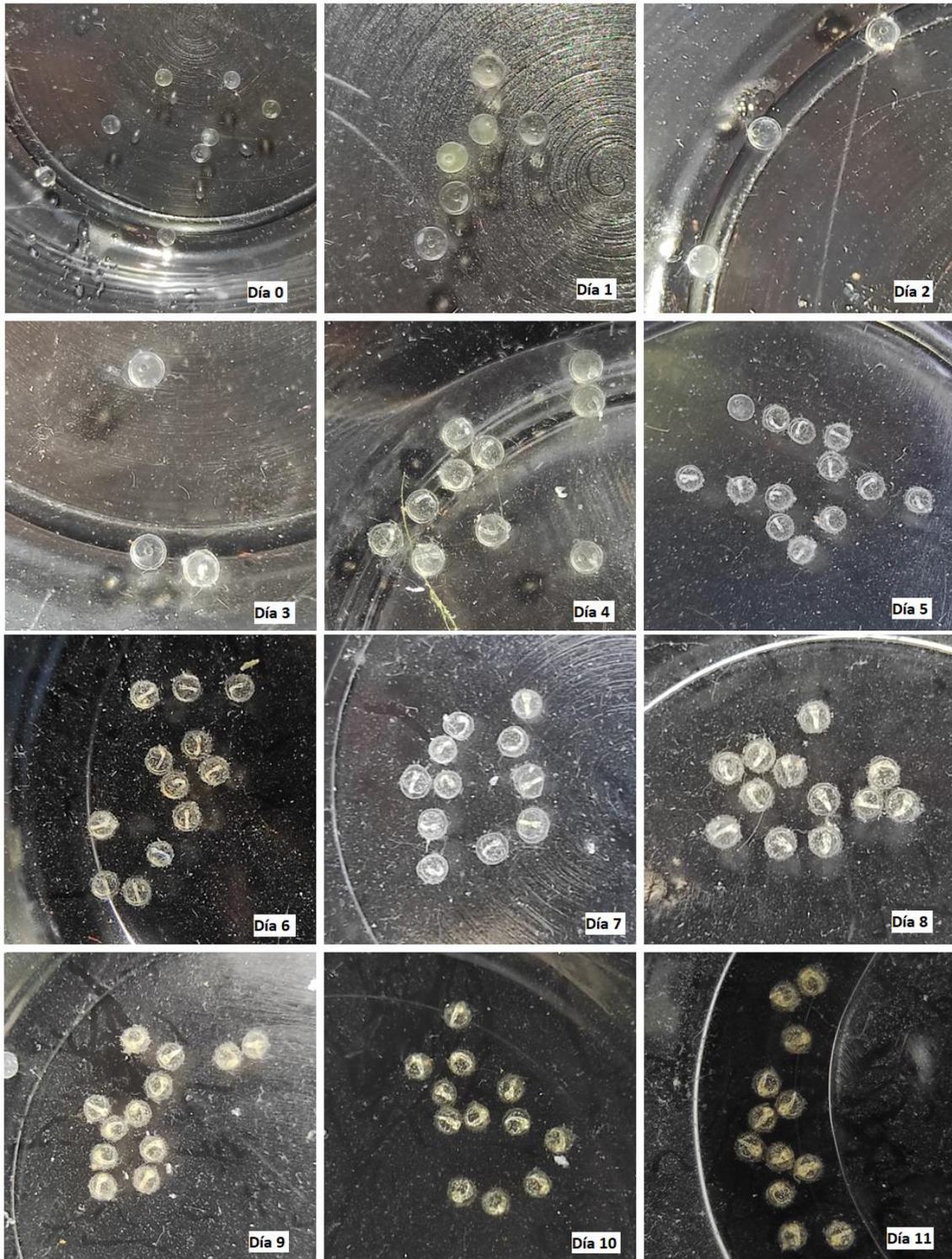


Figura 23; (Parte 1). Secuencia del desarrollo de huevos de fartet desde el día de recogida (día 0) hasta el día de eclosión de los alevines (día 24) del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.

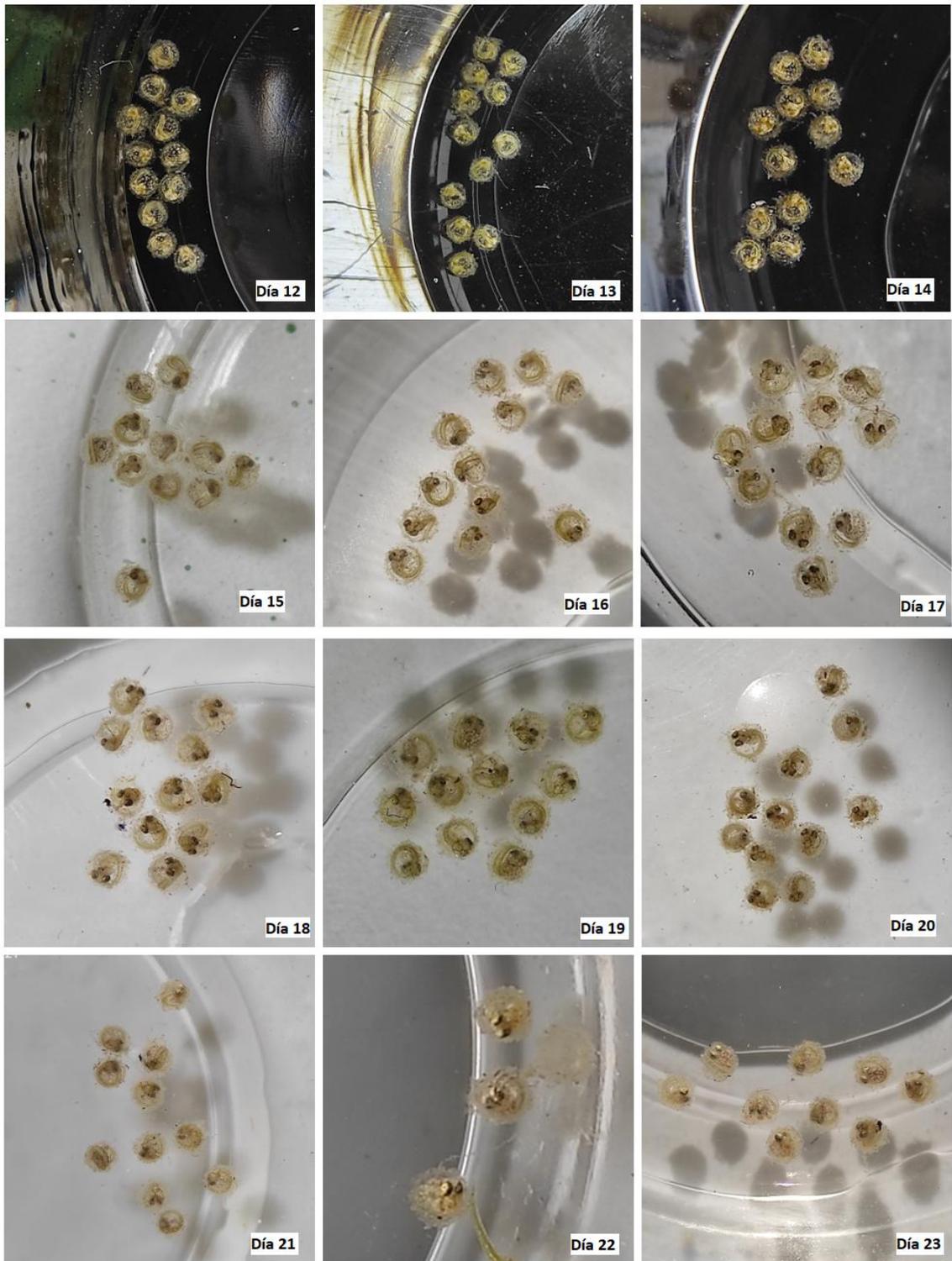


Figura 23; (Parte 2). Secuencia del desarrollo de huevos de fartet desde el día de recogida (día 0) hasta el día de eclosión de los alevines (día 24) del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.

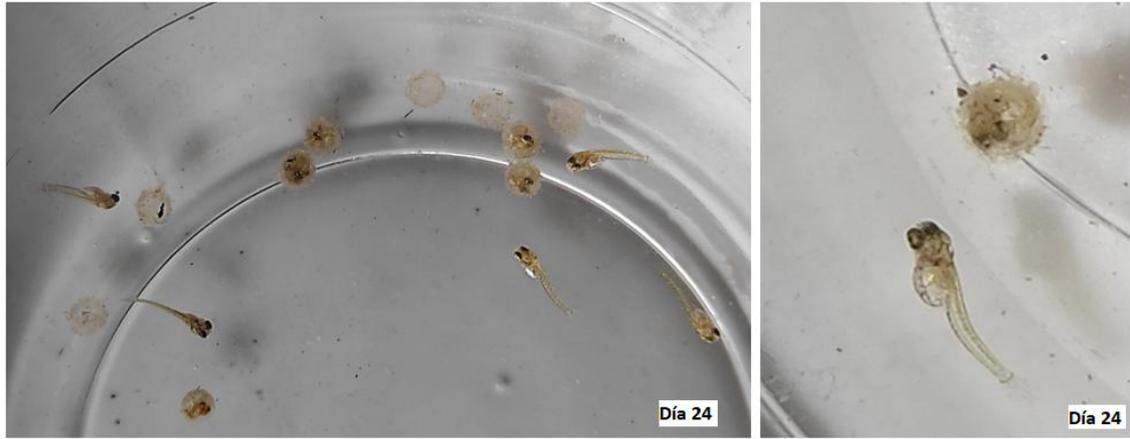


Figura 23; (Parte 3). Secuencia del desarrollo de huevos de fartet desde el día de recogida (día 0) hasta el día de eclosión de los alevines (día 24) del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.



Figura 24. Huevos de fartet en diferente grado de desarrollo dispuestos aleatoriamente sobre la fibra de coco húmeda para el estudio de la posible resistencia de huevos de fartet a la sequía (incubación en seco de huevos de fartet) del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.



Figura 25. Alevines de fartet eclosionados tras pasar un período de sequía de 15 días en el estudio de la posible resistencia de huevos de fartet a la sequía (incubación en seco de huevos de fartet) del diseño de un método optimizado de obtención de alevines de fartet y pez mosquito: Experimentos de biología reproductiva de cada especie.



ANEXO II: Scripts y análisis POST-HOC

SCRIPT 1

Modelo lineal general mixto + Test de Shapiro-Wilk para normalidad de los residuales + Análisis de contrastes POST-HOC + análisis de la varianza de muestras repetidas en el tiempo (RMANOVA).

Este script se usó para la EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO (Relaciones interespecíficas partiendo del mismo biovolumen y del mismo número de individuos de cada especie), para la EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES NATURALES SEMICONTROLADAS EN LAGUNAS DE RECIENTE CREACIÓN (Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie), para el SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET YA EXISTENTES: En dos lagunas de la RNC Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida (Laguna de aclimatación inicial y Laguna mixta de la juncia).

*Ejemplo de la Laguna de aclimatación inicial.

```
> rm (list = ls ())
> library (readxl)
> X2_LAGUNA_SERVICIOS_1_INDIVIDUOS_TOTAL_FACTORES <- read_excel
("C:/Users/Lenovo/Desktop/R/2 LAGUNA SERVICIOS 1 INDIVIDUOS TOTAL-FACTORES.xlsx")
> View (X2_LAGUNA_SERVICIOS_1_INDIVIDUOS_TOTAL_FACTORES)
> #Se hace categórica una variable numérica (si el tiempo es numérico)#
> demo1 <- within (X2_LAGUNA_SERVICIOS_1_INDIVIDUOS_TOTAL_FACTORES, (time2 <-factor
(TIME)))
> #Modelo lineal general mixto#
> library(lme4)
> install.packages ('lmerTest', dependencies = TRUE)
> library (lmerTest)
> anova (ay3 <- lmer (ABUNDANCIALOG ~ ZONA * time2 + (1 | IND), data = demo1))
> #ABUNDANCIALOG es la variable dependiente transformada, ZONA y time2 los factores
considerados e IND el factor aleatorio#
> #Test de normalidad de los residuales#
> shapiro.test (residuals (ay3))
> #POST-HOC sobre el modelo mixto de medidas repetidas#
> library (emmeans)
> options (max.print = 999999999)
> lsm <- lsmeans (ay3, ~ ZONA * time2)
> summary (lsm, type = "response")
> summary (pairs (lsm), type = "response")
> #RM ANOVA de medidas repetidas, mismo valor de p que en el modelo mixto#
> #dv = variable dependiente; wid = variable que identifica a los individuos; within = factores
manipulados como medidas repetidas; between = factores manipulados como efectos entre
grupos#
> library (ez)
> ezANOVA (data = demo1, dv = . (ABUNDANCIALOG), wid = . (IND), within = . (time2), between
= . (ZONA), detailed =TRUE)
```



SCRIPT 2

ANOVA de dos vías + Test de Levene para homogeneidad de varianzas + Test de Shapiro-Wilk para normalidad de los residuales (sin POST-HOC, no necesarios con estos datos).

Este script se usó para los datos de las capturas en función del sexo de los individuos en la Laguna de aclimatación inicial (SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET YA EXISTENTES: En dos lagunas de la RNC Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida) para el DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DEL SEXO Y LA ESPECIE y la ESTRATEGIA REPRODUCTIVA Y PRODUCCIÓN DE DESCENDIENTES VIABLES EN FUNCIÓN DEL DÍA REPRODUCTIVO Y LA ESPECIE (DISEÑO DE UN MÉTODO EFICAZ DE OBTENCIÓN DE ALEVINES DE FARTET Y PEZ MOSQUITO: Información sobre la biología de las especies).

*Ejemplo del desgaste energético en función del sexo y la especie.

```
> rm (list = ls ())
> library (readxl)
> X2_TAMANO_REPRODUCTORES_SEXO_Y_ESPECIE <- read_excel
("C:/Users/Lenovo/Desktop/R/2 TAMANO REPRODUCTORES SEXO Y ESPECIE.xlsx")
> View (X2_TAMANO_REPRODUCTORES_SEXO_Y_ESPECIE)
> #Test para homogeneidad de varianzas#
> install.packages (carData)
> library (car)
> leveneTest (X2_TAMANO_REPRODUCTORES_SEXO_Y_ESPECIE$DECKRAIZ, interaction
(X2_TAMANO_REPRODUCTORES_SEXO_Y_ESPECIE $ ESPECIE,
X2_TAMANO_REPRODUCTORES_SEXO_Y_ESPECIE $ SEXO), center = median)
> #ANOVA de dos vías#
> #Modelo de ANOVA con efectos principales del SEXO y de la ESPECIE (sin interacción)#
> Model1<-aov (DECKRAIZ ~ ESPECIE + SEXO, data =
X2_TAMANO_REPRODUCTORES_SEXO_Y_ESPECIE)
> anova (Model1)
> #Modelo de ANOVA que nos da la interacción entre las dos variables#
> Model2 <-aov (DECKRAIZ ~ ESPECIE * SEXO, data =
2_TAMANO_REPRODUCTORES_SEXO_Y_ESPECIE)
> anova (Model2)
> #Si no hay interacción usamos el Modelo 1 con tipo II, si hay interacción el Modelo 2 tipo III#
> anova (Model1, Type ="II")
> #Coeficientes del modelo#
> Model1$coefficients
> #Test de normalidad de los residuales#
> aov_residuales <- residuals (object = Model1)
> shapiro.test (x = aov_residuales)
```



SCRIPT 3

Modelo de Regresión lineal simple.

Este script se usó para los datos de DESGASTE ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS O ALEVINES (DISEÑO DE UN MÉTODO EFICAZ DE OBTENCIÓN DE ALEVINES DE FARTET Y PEZ MOSQUITO: Información sobre la biología de las especies).

*Ejemplo del fartet.

```
> rm (list = ls ())
> library (readxl)
> X2_TAMANO_REPRODUCTORES_Y_PRODUCCION_FARTET <-read_excel
("C:/Users/Lenovo/Desktop/R/2 TAMANO REPRODUCTORES Y PRODUCCION FARTET.xlsx")
> View (X2_TAMANO_REPRODUCTORES_Y_PRODUCCION_FARTET)
> #Modelo de regresión lineal simple#
> Model1 <-lm (DECKHEMBRAS ~ HUEVOS, data =
X2_TAMANO_REPRODUCTORES_Y_PRODUCCION_FARTET, na.action = na.exclude)
> summary (Model1)
```



POST-HOC 1

EXPERIMENTOS DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS: EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

Relaciones interespecíficas partiendo del mismo número de individuos de cada especie; Fartet.

GAMBUSIA	time2	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
NO	0	30.0	0.864	21.6	28.2	31.8
SI	0	30.0	0.864	21.6	28.2	31.8
NO	1	26.0	0.864	21.6	24.2	27.8
SI	1	22.0	0.864	21.6	20.2	23.8
NO	2	23.8	0.864	21.6	22.0	25.5
SI	2	18.0	0.864	21.6	16.2	19.8
NO	3	22.0	0.864	21.6	20.2	23.8
SI	3	14.0	0.864	21.6	12.2	15.8
NO	4	20.8	0.864	21.6	19.0	22.5
SI	4	13.0	0.864	21.6	11.2	14.8

Degrees-of-freedom method: kenward-roger
Confidence level used: 0.95

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
NO 0 - SI 0	0.00	1.22	21.6	0.000	1.0000
NO 0 - NO 1	4.00	1.01	24.0	3.947	0.0174
NO 0 - SI 1	8.00	1.22	21.6	6.550	0.0001
NO 0 - NO 2	6.25	1.01	24.0	6.167	0.0001
NO 0 - SI 2	12.00	1.22	21.6	9.825	<.0001
NO 0 - NO 3	8.00	1.01	24.0	7.894	<.0001
NO 0 - SI 3	16.00	1.22	21.6	13.100	<.0001
NO 0 - NO 4	9.25	1.01	24.0	9.127	<.0001
NO 0 - SI 4	17.00	1.22	21.6	13.919	<.0001
SI 0 - NO 1	4.00	1.22	21.6	3.275	0.0810
SI 0 - SI 1	8.00	1.01	24.0	7.894	<.0001
SI 0 - NO 2	6.25	1.22	21.6	5.117	0.0014
SI 0 - SI 2	12.00	1.01	24.0	11.841	<.0001
SI 0 - NO 3	8.00	1.22	21.6	6.550	0.0001
SI 0 - SI 3	16.00	1.01	24.0	15.788	<.0001
SI 0 - NO 4	9.25	1.22	21.6	7.574	<.0001
SI 0 - SI 4	17.00	1.01	24.0	16.774	<.0001
NO 1 - SI 1	4.00	1.22	21.6	3.275	0.0810
NO 1 - NO 2	2.25	1.01	24.0	2.220	0.4706
NO 1 - SI 2	8.00	1.22	21.6	6.550	0.0001
NO 1 - NO 3	4.00	1.01	24.0	3.947	0.0174
NO 1 - SI 3	12.00	1.22	21.6	9.825	<.0001
NO 1 - NO 4	5.25	1.01	24.0	5.180	0.0009
NO 1 - SI 4	13.00	1.22	21.6	10.644	<.0001
SI 1 - NO 2	-1.75	1.22	21.6	-1.433	0.9033
SI 1 - SI 2	4.00	1.01	24.0	3.947	0.0174
SI 1 - NO 3	0.00	1.22	21.6	0.000	1.0000
SI 1 - SI 3	8.00	1.01	24.0	7.894	<.0001



SI 1 - NO 4	1.25	1.22	21.6	1.023	0.9872
SI 1 - SI 4	9.00	1.01	24.0	8.881	<.0001
NO 2 - SI 2	5.75	1.22	21.6	4.708	0.0035
NO 2 - NO 3	1.75	1.01	24.0	1.727	0.7706
NO 2 - SI 3	9.75	1.22	21.6	7.983	<.0001
NO 2 - NO 4	3.00	1.01	24.0	2.960	0.1428
NO 2 - SI 4	10.75	1.22	21.6	8.802	<.0001
SI 2 - NO 3	-4.00	1.22	21.6	-3.275	0.0810
SI 2 - SI 3	4.00	1.01	24.0	3.947	0.0174
SI 2 - NO 4	-2.75	1.22	21.6	-2.252	0.4547
SI 2 - SI 4	5.00	1.01	24.0	4.934	0.0017
NO 3 - SI 3	8.00	1.22	21.6	6.550	0.0001
NO 3 - NO 4	1.25	1.01	24.0	1.233	0.9590
NO 3 - SI 4	9.00	1.22	21.6	7.369	<.0001
SI 3 - NO 4	-6.75	1.22	21.6	-5.527	0.0005
SI 3 - SI 4	1.00	1.01	24.0	0.987	0.9904
NO 4 - SI 4	7.75	1.22	21.6	6.345	0.0001

Degrees-of-freedom method: kenward-roger
 P value adjustment: tukey method for comparing a family of 10 estimates



POST-HOC 2

EXPERIMENTOS DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS: EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

Relaciones interespecíficas partiendo de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie; Fartet.

GAMBUSIA	time2	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
NO	0	0.316	0.0211	10.7	0.270	0.363
SI	0	0.316	0.0211	10.7	0.270	0.363
NO	1	0.329	0.0211	10.7	0.282	0.375
SI	1	0.301	0.0211	10.7	0.254	0.347
NO	2	0.364	0.0211	10.7	0.317	0.411
SI	2	0.242	0.0211	10.7	0.195	0.288
NO	3	0.399	0.0211	10.7	0.352	0.445
SI	3	0.256	0.0211	10.7	0.210	0.303
NO	4	0.432	0.0211	10.7	0.386	0.479
SI	4	0.268	0.0211	10.7	0.221	0.314
NO	5	0.468	0.0211	10.7	0.422	0.515
SI	5	0.271	0.0211	10.7	0.224	0.317
NO	6	0.496	0.0211	10.7	0.449	0.543
SI	6	0.282	0.0211	10.7	0.235	0.328

Degrees-of-freedom method: kenward-roger
Confidence level used: 0.95

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
NO 0 - SI 0	0.00000	0.0299	10.7	0.000	1.0000
NO 0 - NO 1	-0.01237	0.0165	36.0	-0.752	0.9999
NO 0 - SI 1	0.01562	0.0299	10.7	0.523	1.0000
NO 0 - NO 2	-0.04771	0.0165	36.0	-2.900	0.2241
NO 0 - SI 2	0.07457	0.0299	10.7	2.496	0.4803
NO 0 - NO 3	-0.08228	0.0165	36.0	-5.001	0.0011
NO 0 - SI 3	0.05999	0.0299	10.7	2.008	0.7392
NO 0 - NO 4	-0.11608	0.0165	36.0	-7.055	<.0001
NO 0 - SI 4	0.04854	0.0299	10.7	1.625	0.9052
NO 0 - NO 5	-0.15205	0.0165	36.0	-9.242	<.0001
NO 0 - SI 5	0.04553	0.0299	10.7	1.524	0.9347
NO 0 - NO 6	-0.17980	0.0165	36.0	-10.928	<.0001
NO 0 - SI 6	0.03451	0.0299	10.7	1.155	0.9909
SI 0 - NO 1	-0.01237	0.0299	10.7	-0.414	1.0000
SI 0 - SI 1	0.01562	0.0165	36.0	0.949	0.9993
SI 0 - NO 2	-0.04771	0.0299	10.7	-1.597	0.9139
SI 0 - SI 2	0.07457	0.0165	36.0	4.532	0.0041
SI 0 - NO 3	-0.08228	0.0299	10.7	-2.754	0.3597
SI 0 - SI 3	0.05999	0.0165	36.0	3.646	0.0437
SI 0 - NO 4	-0.11608	0.0299	10.7	-3.885	0.0782
SI 0 - SI 4	0.04854	0.0165	36.0	2.950	0.2037
SI 0 - NO 5	-0.15205	0.0299	10.7	-5.089	0.0138
SI 0 - SI 5	0.04553	0.0165	36.0	2.767	0.2848
SI 0 - NO 6	-0.17980	0.0299	10.7	-6.018	0.0039



SI 0 - SI 6	0.03451	0.0165	36.0	2.098	0.6979
NO 1 - SI 1	0.02798	0.0299	10.7	0.937	0.9986
NO 1 - NO 2	-0.03535	0.0165	36.0	-2.148	0.6655
NO 1 - SI 2	0.08694	0.0299	10.7	2.910	0.2974
NO 1 - NO 3	-0.06991	0.0165	36.0	-4.249	0.0091
NO 1 - SI 3	0.07236	0.0299	10.7	2.422	0.5183
NO 1 - NO 4	-0.10371	0.0165	36.0	-6.304	<.0001
NO 1 - SI 4	0.06090	0.0299	10.7	2.038	0.7235
NO 1 - NO 5	-0.13969	0.0165	36.0	-8.490	<.0001
NO 1 - SI 5	0.05789	0.0299	10.7	1.938	0.7746
NO 1 - NO 6	-0.16744	0.0165	36.0	-10.177	<.0001
NO 1 - SI 6	0.04688	0.0299	10.7	1.569	0.9223
SI 1 - NO 2	-0.06333	0.0299	10.7	-2.120	0.6805
SI 1 - SI 2	0.05896	0.0165	36.0	3.583	0.0509
SI 1 - NO 3	-0.09789	0.0299	10.7	-3.277	0.1841
SI 1 - SI 3	0.04438	0.0165	36.0	2.697	0.3208
SI 1 - NO 4	-0.13169	0.0299	10.7	-4.408	0.0367
SI 1 - SI 4	0.03292	0.0165	36.0	2.001	0.7571
SI 1 - NO 5	-0.16767	0.0299	10.7	-5.612	0.0067
SI 1 - SI 5	0.02991	0.0165	36.0	1.818	0.8538
SI 1 - NO 6	-0.19542	0.0299	10.7	-6.541	0.0020
SI 1 - SI 6	0.01890	0.0165	36.0	1.148	0.9957
NO 2 - SI 2	0.12228	0.0299	10.7	4.093	0.0580
NO 2 - NO 3	-0.03457	0.0165	36.0	-2.101	0.6958
NO 2 - SI 3	0.10770	0.0299	10.7	3.605	0.1167
NO 2 - NO 4	-0.06837	0.0165	36.0	-4.155	0.0117
NO 2 - SI 4	0.09625	0.0299	10.7	3.221	0.1983
NO 2 - NO 5	-0.10434	0.0165	36.0	-6.342	<.0001
NO 2 - SI 5	0.09324	0.0299	10.7	3.121	0.2268
NO 2 - NO 6	-0.13209	0.0165	36.0	-8.028	<.0001
NO 2 - SI 6	0.08222	0.0299	10.7	2.752	0.3604
SI 2 - NO 3	-0.15685	0.0299	10.7	-5.250	0.0110
SI 2 - SI 3	-0.01458	0.0165	36.0	-0.886	0.9997
SI 2 - NO 4	-0.19065	0.0299	10.7	-6.381	0.0024
SI 2 - SI 4	-0.02604	0.0165	36.0	-1.582	0.9396
SI 2 - NO 5	-0.22662	0.0299	10.7	-7.585	0.0005
SI 2 - SI 5	-0.02904	0.0165	36.0	-1.765	0.8770
SI 2 - NO 6	-0.25437	0.0299	10.7	-8.514	0.0002
SI 2 - SI 6	-0.04006	0.0165	36.0	-2.435	0.4767
NO 3 - SI 3	0.14227	0.0299	10.7	4.762	0.0221
NO 3 - NO 4	-0.03380	0.0165	36.0	-2.054	0.7250
NO 3 - SI 4	0.13081	0.0299	10.7	4.378	0.0383
NO 3 - NO 5	-0.06977	0.0165	36.0	-4.241	0.0093
NO 3 - SI 5	0.12781	0.0299	10.7	4.278	0.0443
NO 3 - NO 6	-0.09752	0.0165	36.0	-5.927	0.0001
NO 3 - SI 6	0.11679	0.0299	10.7	3.909	0.0756
SI 3 - NO 4	-0.17607	0.0299	10.7	-5.893	0.0046
SI 3 - SI 4	-0.01146	0.0165	36.0	-0.696	1.0000
SI 3 - NO 5	-0.21204	0.0299	10.7	-7.097	0.0010
SI 3 - SI 5	-0.01446	0.0165	36.0	-0.879	0.9997
SI 3 - NO 6	-0.23979	0.0299	10.7	-8.026	0.0003
SI 3 - SI 6	-0.02548	0.0165	36.0	-1.549	0.9481



NO 4 - SI 4	0.16461	0.0299	10.7	5.510	0.0077
NO 4 - NO 5	-0.03598	0.0165	36.0	-2.187	0.6405
NO 4 - SI 5	0.16160	0.0299	10.7	5.409	0.0088
NO 4 - NO 6	-0.06372	0.0165	36.0	-3.873	0.0247
NO 4 - SI 6	0.15059	0.0299	10.7	5.040	0.0148
SI 4 - NO 5	-0.20059	0.0299	10.7	-6.714	0.0016
SI 4 - SI 5	-0.00301	0.0165	36.0	-0.183	1.0000
SI 4 - NO 6	-0.22834	0.0299	10.7	-7.642	0.0005
SI 4 - SI 6	-0.01402	0.0165	36.0	-0.852	0.9998
NO 5 - SI 5	0.19758	0.0299	10.7	6.613	0.0018
NO 5 - NO 6	-0.02775	0.0165	36.0	-1.687	0.9074
NO 5 - SI 6	0.18656	0.0299	10.7	6.244	0.0029
SI 5 - NO 6	-0.22533	0.0299	10.7	-7.542	0.0006
SI 5 - SI 6	-0.01102	0.0165	36.0	-0.670	1.0000
NO 6 - SI 6	0.21431	0.0299	10.7	7.173	0.0009

Degrees-of-freedom method: kenward-roger

P value adjustment: tukey method for comparing a family of 14 estimates



POST-HOC 3

EXPERIMENTOS DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS INTERESPECÍFICAS: EXPERIMENTACIÓN EN CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

Relaciones interespecíficas partiendo de la misma biomasa (biovolumen) de cada especie;
Pez mosquito.

FARTET	time2	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
NO	0	0.316	0.021	16	0.272	0.361
SI	0	0.316	0.021	16	0.272	0.361
NO	1	0.395	0.021	16	0.351	0.440
SI	1	0.459	0.021	16	0.414	0.503
NO	2	0.454	0.021	16	0.409	0.498
SI	2	0.521	0.021	16	0.476	0.565
NO	3	0.512	0.021	16	0.467	0.556
SI	3	0.578	0.021	16	0.534	0.623
NO	4	0.551	0.021	16	0.506	0.595
SI	4	0.649	0.021	16	0.605	0.693
NO	5	0.601	0.021	16	0.557	0.646
SI	5	0.713	0.021	16	0.668	0.757
NO	6	0.636	0.021	16	0.591	0.680
SI	6	0.771	0.021	16	0.727	0.816

Degrees-of-freedom method: kenward-roger
Confidence level used: 0.95

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
NO 0 - SI 0	0.00000	0.0296	16	0.000	1.0000
NO 0 - NO 1	-0.07885	0.0205	36	-3.837	0.0270
NO 0 - SI 1	-0.14241	0.0296	16	-4.803	0.0093
NO 0 - NO 2	-0.13733	0.0205	36	-6.683	<.0001
NO 0 - SI 2	-0.20454	0.0296	16	-6.899	0.0002
NO 0 - NO 3	-0.19558	0.0205	36	-9.518	<.0001
NO 0 - SI 3	-0.26199	0.0296	16	-8.837	<.0001
NO 0 - NO 4	-0.23436	0.0205	36	-11.406	<.0001
NO 0 - SI 4	-0.33282	0.0296	16	-11.226	<.0001
NO 0 - NO 5	-0.28500	0.0205	36	-13.870	<.0001
NO 0 - SI 5	-0.39665	0.0296	16	-13.379	<.0001
NO 0 - NO 6	-0.31967	0.0205	36	-15.557	<.0001
NO 0 - SI 6	-0.45523	0.0296	16	-15.355	<.0001
SI 0 - NO 1	-0.07885	0.0296	16	-2.659	0.3768
SI 0 - SI 1	-0.14241	0.0205	36	-6.931	<.0001
SI 0 - NO 2	-0.13733	0.0296	16	-4.632	0.0129
SI 0 - SI 2	-0.20454	0.0205	36	-9.955	<.0001
SI 0 - NO 3	-0.19558	0.0296	16	-6.597	0.0004
SI 0 - SI 3	-0.26199	0.0205	36	-12.750	<.0001
SI 0 - NO 4	-0.23436	0.0296	16	-7.905	<.0001
SI 0 - SI 4	-0.33282	0.0205	36	-16.197	<.0001
SI 0 - NO 5	-0.28500	0.0296	16	-9.613	<.0001
SI 0 - SI 5	-0.39665	0.0205	36	-19.304	<.0001



SI 0 - NO 6	-0.31967	0.0296	16	-10.782	<.0001
SI 0 - SI 6	-0.45523	0.0205	36	-22.155	<.0001
NO 1 - SI 1	-0.06356	0.0296	16	-2.144	0.6672
NO 1 - NO 2	-0.05848	0.0205	36	-2.846	0.2474
NO 1 - SI 2	-0.12570	0.0296	16	-4.240	0.0268
NO 1 - NO 3	-0.11673	0.0205	36	-5.681	0.0001
NO 1 - SI 3	-0.18314	0.0296	16	-6.177	0.0007
NO 1 - NO 4	-0.15551	0.0205	36	-7.568	<.0001
NO 1 - SI 4	-0.25397	0.0296	16	-8.567	<.0001
NO 1 - NO 5	-0.20615	0.0205	36	-10.033	<.0001
NO 1 - SI 5	-0.31780	0.0296	16	-10.719	<.0001
NO 1 - NO 6	-0.24082	0.0205	36	-11.720	<.0001
NO 1 - SI 6	-0.37638	0.0296	16	-12.695	<.0001
SI 1 - NO 2	0.00508	0.0296	16	0.171	1.0000
SI 1 - SI 2	-0.06214	0.0205	36	-3.024	0.1762
SI 1 - NO 3	-0.05317	0.0296	16	-1.793	0.8508
SI 1 - SI 3	-0.11958	0.0205	36	-5.820	0.0001
SI 1 - NO 4	-0.09195	0.0296	16	-3.102	0.1978
SI 1 - SI 4	-0.19041	0.0205	36	-9.267	<.0001
SI 1 - NO 5	-0.14259	0.0296	16	-4.809	0.0092
SI 1 - SI 5	-0.25424	0.0205	36	-12.373	<.0001
SI 1 - NO 6	-0.17726	0.0296	16	-5.979	0.0011
SI 1 - SI 6	-0.31282	0.0205	36	-15.224	<.0001
NO 2 - SI 2	-0.06721	0.0296	16	-2.267	0.5948
NO 2 - NO 3	-0.05825	0.0205	36	-2.835	0.2526
NO 2 - SI 3	-0.12466	0.0296	16	-4.205	0.0286
NO 2 - NO 4	-0.09703	0.0205	36	-4.722	0.0024
NO 2 - SI 4	-0.19549	0.0296	16	-6.594	0.0004
NO 2 - NO 5	-0.14767	0.0205	36	-7.186	<.0001
NO 2 - SI 5	-0.25932	0.0296	16	-8.747	<.0001
NO 2 - NO 6	-0.18234	0.0205	36	-8.874	<.0001
NO 2 - SI 6	-0.31790	0.0296	16	-10.723	<.0001
SI 2 - NO 3	0.00897	0.0296	16	0.302	1.0000
SI 2 - SI 3	-0.05745	0.0205	36	-2.796	0.2709
SI 2 - NO 4	-0.02982	0.0296	16	-1.006	0.9980
SI 2 - SI 4	-0.12828	0.0205	36	-6.243	<.0001
SI 2 - NO 5	-0.08045	0.0296	16	-2.714	0.3505
SI 2 - SI 5	-0.19210	0.0205	36	-9.349	<.0001
SI 2 - NO 6	-0.11512	0.0296	16	-3.883	0.0517
SI 2 - SI 6	-0.25069	0.0205	36	-12.200	<.0001
NO 3 - SI 3	-0.06641	0.0296	16	-2.240	0.6108
NO 3 - NO 4	-0.03878	0.0205	36	-1.887	0.8198
NO 3 - SI 4	-0.13724	0.0296	16	-4.629	0.0129
NO 3 - NO 5	-0.08942	0.0205	36	-4.352	0.0068
NO 3 - SI 5	-0.20107	0.0296	16	-6.782	0.0003
NO 3 - NO 6	-0.12409	0.0205	36	-6.039	<.0001
NO 3 - SI 6	-0.25965	0.0296	16	-8.758	<.0001
SI 3 - NO 4	0.02763	0.0296	16	0.932	0.9991
SI 3 - SI 4	-0.07083	0.0205	36	-3.447	0.0703
SI 3 - NO 5	-0.02301	0.0296	16	-0.776	0.9999
SI 3 - SI 5	-0.13466	0.0205	36	-6.553	<.0001
SI 3 - NO 6	-0.05768	0.0296	16	-1.946	0.7777



SI 3 - SI 6	-0.19324	0.0205	36	-9.404	<.0001
NO 4 - SI 4	-0.09846	0.0296	16	-3.321	0.1384
NO 4 - NO 5	-0.05064	0.0205	36	-2.464	0.4578
NO 4 - SI 5	-0.16228	0.0296	16	-5.474	0.0027
NO 4 - NO 6	-0.08531	0.0205	36	-4.152	0.0118
NO 4 - SI 6	-0.22087	0.0296	16	-7.450	0.0001
SI 4 - NO 5	0.04782	0.0296	16	1.613	0.9183
SI 4 - SI 5	-0.06382	0.0205	36	-3.106	0.1491
SI 4 - NO 6	0.01315	0.0296	16	0.444	1.0000
SI 4 - SI 6	-0.12241	0.0205	36	-5.957	0.0001
NO 5 - SI 5	-0.11165	0.0296	16	-3.766	0.0639
NO 5 - NO 6	-0.03467	0.0205	36	-1.687	0.9071
NO 5 - SI 6	-0.17023	0.0296	16	-5.742	0.0016
SI 5 - NO 6	0.07698	0.0296	16	2.596	0.4089
SI 5 - SI 6	-0.05859	0.0205	36	-2.851	0.2452
NO 6 - SI 6	-0.13556	0.0296	16	-4.573	0.0144

Degrees-of-freedom method: kenward-roger

P value adjustment: tukey method for comparing a family of 14 estimates



POST-HOC 4

SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET EXISTENTES

En dos lagunas de Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida; Laguna de aclimatación inicial.

ZONA	timee	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
A	0	1.000	0.19	40.6	0.6171	1.383
B	0	0.567	0.19	40.6	0.1838	0.950
C	0	0.146	0.19	40.6	0.2366	0.529
A	15	0.000	0.19	40.6	-0.3829	0.383
B	15	0.360	0.19	40.6	-0.0232	0.743
C	15	0.979	0.19	40.6	0.5959	1.362
A	30	0.100	0.19	40.6	-0.2825	0.483
B	30	1.155	0.19	40.6	0.7718	1.538
C	30	0.318	0.19	40.6	-0.0648	0.701
A	45	0.360	0.19	40.6	-0.0232	0.743
B	45	1.195	0.19	40.6	0.8119	1.578
C	45	1.060	0.19	40.6	0.6770	1.443
A	60	0.937	0.19	40.6	0.5543	1.320
B	60	0.492	0.19	40.6	0.1095	0.875
C	60	1.204	0.19	40.6	0.8207	1.586
A	75	1.314	0.19	40.6	0.9309	1.697
B	75	0.975	0.19	40.6	0.5919	1.358
C	75	1.141	0.19	40.6	0.7576	1.523
A	90	1.389	0.19	40.6	1.0064	1.772
B	90	0.593	0.19	40.6	0.2098	0.976
C	90	0.878	0.19	40.6	0.4956	1.261
A	105	0.989	0.19	40.6	0.6057	1.371
B	105	0.800	0.19	40.6	0.4176	1.183
C	105	0.764	0.19	40.6	0.3812	1.147
A	120	1.790	0.19	40.6	1.4071	2.173
B	120	1.440	0.19	40.6	1.0567	1.822
C	120	0.725	0.19	40.6	0.3425	1.108
A	135	1.980	0.19	40.6	1.5976	2.363
B	135	1.728	0.19	40.6	1.3453	2.111
C	135	1.165	0.19	40.6	0.7822	1.548

Degrees-of-freedom method: kenward-roger
Confidence level used: 0.95

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
A 0 - B 0	0.43333	0.268	40.6	1.617	0.9975
A 0 - C 0	0.85370	0.268	40.6	3.185	0.3127
A 0 - A 15	1.00000	0.235	54.0	4.253	1.0000
A 0 - B 15	0.64027	0.268	40.6	2.389	0.8232
A 0 - C 15	0.02116	0.268	40.6	0.079	1.0000
A 0 - A 30	0.89966	0.235	54.0	3.826	1.0000
A 0 - B 30	-0.15473	0.268	40.6	-0.577	1.0000
A 0 - C 30	0.68192	0.268	40.6	2.544	0.7319



A 0 - A 45	0.64027	0.235	54.0	2.723	0.6113
A 0 - B 45	-0.19478	0.268	40.6	-0.727	1.0000
A 0 - C 45	-0.05985	0.268	40.6	-0.223	1.0000
A 0 - A 60	0.06281	0.235	54.0	0.267	0.0433
A 0 - B 60	0.50763	0.268	40.6	1.894	0.9801
A 0 - C 60	-0.20355	0.268	40.6	-0.759	1.0000
A 0 - A 75	-0.31377	0.235	54.0	-1.335	0.0002
A 0 - B 75	0.02524	0.268	40.6	0.094	1.0000
A 0 - C 75	-0.14053	0.268	40.6	-0.524	1.0000
A 0 - A 90	-0.38930	0.235	54.0	-1.656	0.0001
A 0 - B 90	0.40728	0.268	40.6	1.519	0.9990
A 0 - C 90	0.12151	0.268	40.6	0.453	1.0000
A 0 - A 105	0.01144	0.235	54.0	0.049	0.0232
A 0 - B 105	0.19953	0.268	40.6	0.744	1.0000
A 0 - C 105	0.23591	0.268	40.6	0.880	1.0000
A 0 - A 120	-0.78996	0.235	54.0	-3.360	<0.0001
A 0 - B 120	-0.43958	0.268	40.6	-1.640	0.9969
A 0 - C 120	0.27464	0.268	40.6	1.025	1.0000
A 0 - A 135	-0.98048	0.235	54.0	-4.170	<0.0001
A 0 - B 135	-0.72818	0.268	40.6	-2.717	0.6163
A 0 - C 135	-0.16509	0.268	40.6	-0.616	1.0000
B 0 - C 0	0.42037	0.268	40.6	1.568	0.9984
B 0 - A 15	0.56667	0.268	40.6	2.114	0.9362
B 0 - B 15	0.20694	0.235	54.0	0.880	1.0000
B 0 - C 15	-0.41217	0.268	40.6	-1.538	0.9988
B 0 - A 30	0.46632	0.268	40.6	1.740	0.9931
B 0 - B 30	-0.58806	0.235	54.0	-2.501	0.7631
B 0 - C 30	0.24859	0.268	40.6	0.927	1.0000
B 0 - A 45	0.20694	0.268	40.6	0.772	1.0000
B 0 - B 45	-0.62811	0.235	54.0	-2.671	0.6482
B 0 - C 45	-0.49318	0.268	40.6	-1.840	0.9859
B 0 - A 60	-0.37052	0.268	40.6	-1.382	0.9998
B 0 - B 60	0.07429	0.235	54.0	0.316	1.0000
B 0 - C 60	-0.63689	0.268	40.6	-2.376	0.8298
B 0 - A 75	-0.74710	0.268	40.6	-2.787	0.5673
B 0 - B 75	-0.40809	0.235	54.0	-1.736	0.9944
B 0 - C 75	-0.57387	0.268	40.6	-2.141	0.9281
B 0 - A 90	-0.82264	0.268	40.6	-3.069	0.3801
B 0 - B 90	-0.02605	0.235	54.0	-0.111	1.0000
B 0 - C 90	-0.31183	0.268	40.6	-1.163	1.0000
B 0 - A 105	-0.42189	0.268	40.6	-1.574	0.9983
B 0 - B 105	-0.23380	0.235	54.0	-0.994	1.0000
B 0 - C 105	-0.19742	0.268	40.6	-0.737	1.0000
B 0 - A 120	-1.22329	0.268	40.6	-4.564	0.0118
B 0 - B 120	-0.87291	0.235	54.0	-3.713	0.0049
B 0 - C 120	-0.15870	0.268	40.6	-0.592	1.0000
B 0 - A 135	-1.41382	0.268	40.6	-5.275	0.0015
B 0 - B 135	-1.16152	0.235	54.0	-4.940	0.0001
B 0 - C 135	-0.59842	0.268	40.6	-2.233	0.8958
C 0 - A 15	0.14630	0.268	40.6	0.546	1.0000
C 0 - B 15	-0.21343	0.268	40.6	-0.796	1.0000
C 0 - C 15	-0.83254	0.235	54.0	-3.541	0.1426



C 0 - A 30	0.04595	0.268	40.6	0.171	1.0000
C 0 - B 30	-1.00843	0.268	40.6	-3.762	0.0951
C 0 - C 30	-0.17178	0.235	54.0	-0.731	1.0000
C 0 - A 45	-0.21343	0.268	40.6	-0.796	1.0000
C 0 - B 45	-1.04848	0.268	40.6	-3.912	0.0665
C 0 - C 45	-0.91355	0.235	54.0	-3.885	0.0605
C 0 - A 60	-0.79090	0.268	40.6	-2.951	0.4557
C 0 - B 60	-0.34608	0.268	40.6	-1.291	0.9999
C 0 - C 60	-1.05726	0.235	54.0	-4.497	1.0000
C 0 - A 75	-1.16747	0.268	40.6	-4.356	0.0210
C 0 - B 75	-0.82846	0.268	40.6	-3.091	0.3669
C 0 - C 75	-0.99424	0.235	54.0	-4.229	1.0000
C 0 - A 90	-1.24301	0.268	40.6	-4.637	0.0096
C 0 - B 90	-0.44642	0.268	40.6	-1.665	0.9962
C 0 - C 90	-0.73220	0.235	54.0	-3.114	0.3425
C 0 - A 105	-0.84226	0.268	40.6	-3.142	0.3367
C 0 - B 105	-0.65417	0.268	40.6	-2.441	0.7945
C 0 - C 105	-0.61779	0.235	54.0	-2.628	0.6791
C 0 - A 120	-1.64366	0.268	40.6	-6.132	0.0001
C 0 - B 120	-1.29328	0.268	40.6	-4.825	0.0056
C 0 - C 120	-0.57907	0.235	54.0	-2.463	0.7866
C 0 - A 135	-1.83419	0.268	40.6	-6.843	<.0001
C 0 - B 135	-1.58189	0.268	40.6	-5.902	0.0002
C 0 - C 135	-1.01879	0.235	54.0	-4.333	1.0000
A 15 - B 15	-0.35973	0.268	40.6	-1.342	0.9999
A 15 - C 15	-0.97884	0.268	40.6	-3.652	0.1224
A 15 - A 30	-0.10034	0.235	54.0	-0.427	1.0000
A 15 - B 30	-1.15473	0.268	40.6	-4.308	0.0239
A 15 - C 30	-0.31808	0.268	40.6	-1.187	1.0000
A 15 - A 45	-0.35973	0.235	54.0	-1.530	0.9992
A 15 - B 45	-1.19478	0.268	40.6	-4.457	0.0159
A 15 - C 45	-1.05985	0.268	40.6	-3.954	0.0599
A 15 - A 60	-0.93719	0.235	54.0	-3.986	0.0462
A 15 - B 60	-0.49237	0.268	40.6	-1.837	0.9861
A 15 - C 60	-1.20355	0.268	40.6	-4.490	0.0145
A 15 - A 75	-1.31377	0.235	54.0	-5.588	0.0003
A 15 - B 75	-0.97476	0.268	40.6	-3.637	0.1266
A 15 - C 75	-1.14053	0.268	40.6	-4.255	0.0276
A 15 - A 90	-1.38930	0.235	54.0	-5.909	0.0001
A 15 - B 90	-0.59272	0.268	40.6	-2.211	0.9040
A 15 - C 90	-0.87849	0.268	40.6	-3.277	0.2645
A 15 - A 105	-0.98856	0.235	54.0	-4.204	0.0249
A 15 - B 105	-0.80047	0.268	40.6	-2.986	0.4323
A 15 - C 105	-0.76409	0.268	40.6	-2.851	0.5234
A 15 - A 120	-1.78996	0.235	54.0	-7.613	<.0001
A 15 - B 120	-1.43958	0.268	40.6	-5.371	0.0011
A 15 - C 120	-0.72536	0.268	40.6	-2.706	0.6236
A 15 - A 135	-1.98048	0.235	54.0	-8.423	<.0001
A 15 - B 135	-1.72818	0.268	40.6	-6.447	<.0001
A 15 - C 135	-1.16509	0.268	40.6	-4.347	0.0216
B 15 - C 15	-0.61911	0.268	40.6	-2.310	0.8626
B 15 - A 30	0.25938	0.268	40.6	0.968	1.0000



UNIVERSIDAD DE GRANADA



B 15 - B 30	-0.79500	0.235	54.0	-3.381	0.2032
B 15 - C 30	0.04165	0.268	40.6	0.155	1.0000
B 15 - A 45	0.00000	0.268	40.6	0.000	1.0000
B 15 - B 45	-0.83505	0.235	54.0	-3.552	0.1391
B 15 - C 45	-0.70012	0.268	40.6	-2.612	0.6876
B 15 - A 60	-0.57746	0.268	40.6	-2.154	0.9239
B 15 - B 60	-0.13265	0.235	54.0	-0.564	1.0000
B 15 - C 60	-0.84383	0.268	40.6	-3.148	0.3333
B 15 - A 75	-0.95404	0.268	40.6	-3.559	0.1500
B 15 - B 75	-0.61503	0.235	54.0	-2.616	0.6872
B 15 - C 75	-0.78081	0.268	40.6	-2.913	0.4809
B 15 - A 90	-1.02958	0.268	40.6	-3.841	0.0789
B 15 - B 90	-0.23299	0.235	54.0	-0.991	1.0000
B 15 - C 90	-0.51877	0.268	40.6	-1.935	0.9744
B 15 - A 105	-0.62883	0.268	40.6	-2.346	0.8451
B 15 - B 105	-0.44074	0.235	54.0	-1.875	0.9847
B 15 - C 105	-0.40436	0.268	40.6	-1.509	0.9991
B 15 - A 120	-1.43023	0.268	40.6	-5.336	0.0012
B 15 - B 120	-1.07985	0.235	54.0	-4.593	0.0077
B 15 - C 120	-0.36564	0.268	40.6	-1.364	0.9998
B 15 - A 135	-1.62076	0.268	40.6	-6.047	0.0001
B 15 - B 135	-1.36846	0.235	54.0	-5.820	0.0001
B 15 - C 135	-0.80536	0.268	40.6	-3.005	0.4205
C 15 - A 30	0.87849	0.268	40.6	3.277	0.2645
C 15 - B 30	-0.17589	0.268	40.6	-0.656	1.0000
C 15 - C 30	0.66076	0.235	54.0	2.810	0.5483
C 15 - A 45	0.61911	0.268	40.6	2.310	0.8626
C 15 - B 45	-0.21594	0.268	40.6	-0.806	1.0000
C 15 - C 45	-0.08101	0.235	54.0	-0.345	1.0000
C 15 - A 60	0.04165	0.268	40.6	0.155	1.0000
C 15 - B 60	0.48646	0.268	40.6	1.815	0.9881
C 15 - C 60	-0.22472	0.235	54.0	-0.956	1.0000
C 15 - A 75	-0.33493	0.268	40.6	-1.250	1.0000
C 15 - B 75	0.00408	0.268	40.6	0.015	1.0000
C 15 - C 75	-0.16170	0.235	54.0	-0.688	1.0000
C 15 - A 90	-0.41046	0.268	40.6	-1.531	0.9989
C 15 - B 90	0.38612	0.268	40.6	1.441	0.9996
C 15 - C 90	0.10034	0.235	54.0	0.427	1.0000
C 15 - A 105	-0.00972	0.268	40.6	-0.036	1.0000
C 15 - B 105	0.17837	0.268	40.6	0.665	1.0000
C 15 - C 105	0.21475	0.235	54.0	0.913	1.0000
C 15 - A 120	-0.81112	0.268	40.6	-3.026	0.4068
C 15 - B 120	-0.46074	0.268	40.6	-1.719	0.9941
C 15 - C 120	0.25347	0.235	54.0	1.078	1.0000
C 15 - A 135	-1.00164	0.268	40.6	-3.737	0.1008
C 15 - B 135	-0.74935	0.268	40.6	-2.796	0.5615
C 15 - C 135	-0.18625	0.235	54.0	-0.792	1.0000
A 30 - B 30	-1.05439	0.268	40.6	-3.934	0.0630
A 30 - C 30	-0.21774	0.268	40.6	-0.812	1.0000
A 30 - A 45	-0.25938	0.235	54.0	-1.103	1.0000
A 30 - B 45	-1.09443	0.268	40.6	-4.083	0.0433
A 30 - C 45	-0.95951	0.268	40.6	-3.580	0.1435



A 30 - A 60	-0.83685	0.235	54.0	-3.559	0.1367
A 30 - B 60	-0.39203	0.268	40.6	-1.463	0.9995
A 30 - C 60	-1.10321	0.268	40.6	-4.116	0.0398
A 30 - A 75	-1.21343	0.235	54.0	-5.161	0.0012
A 30 - B 75	-0.87442	0.268	40.6	-3.262	0.2721
A 30 - C 75	-1.04019	0.268	40.6	-3.881	0.0717
A 30 - A 90	-1.28896	0.235	54.0	-5.482	0.0004
A 30 - B 90	-0.49237	0.268	40.6	-1.837	0.9861
A 30 - C 90	-0.77815	0.268	40.6	-2.903	0.4876
A 30 - A 105	-0.88821	0.235	54.0	-3.778	0.0801
A 30 - B 105	-0.70012	0.268	40.6	-2.612	0.6876
A 30 - C 105	-0.66374	0.268	40.6	-2.476	0.7737
A 30 - A 120	-1.68962	0.235	54.0	-7.186	<.0001
A 30 - B 120	-1.33923	0.268	40.6	-4.996	0.0034
A 30 - C 120	-0.62502	0.268	40.6	-2.332	0.8521
A 30 - A 135	-1.88014	0.235	54.0	-7.997	<.0001
A 30 - B 135	-1.62784	0.268	40.6	-6.073	0.0001
A 30 - C 135	-1.06475	0.268	40.6	-3.972	0.0572
B 30 - C 30	0.83665	0.268	40.6	3.121	0.3488
B 30 - A 45	0.79500	0.268	40.6	2.966	0.4456
B 30 - B 45	-0.04005	0.235	54.0	-0.170	1.0000
B 30 - C 45	0.09488	0.268	40.6	0.354	1.0000
B 30 - A 60	0.21754	0.268	40.6	0.812	1.0000
B 30 - B 60	0.66236	0.235	54.0	2.817	0.5434
B 30 - C 60	-0.04882	0.268	40.6	-0.182	1.0000
B 30 - A 75	-0.15904	0.268	40.6	-0.593	1.0000
B 30 - B 75	0.17997	0.235	54.0	0.765	1.0000
B 30 - C 75	0.01420	0.268	40.6	0.053	1.0000
B 30 - A 90	-0.23457	0.268	40.6	-0.875	1.0000
B 30 - B 90	0.56201	0.235	54.0	2.390	0.8280
B 30 - C 90	0.27624	0.268	40.6	1.031	1.0000
B 30 - A 105	0.16617	0.268	40.6	0.620	1.0000
B 30 - B 105	0.35426	0.235	54.0	1.507	0.9994
B 30 - C 105	0.39065	0.268	40.6	1.457	0.9995
B 30 - A 120	-0.63523	0.268	40.6	-2.370	0.8330
B 30 - B 120	-0.28485	0.235	54.0	-1.211	1.0000
B 30 - C 120	0.42937	0.268	40.6	1.602	0.9978
B 30 - A 135	-0.82575	0.268	40.6	-3.081	0.3730
B 30 - B 135	-0.57345	0.235	54.0	-2.439	0.8007
B 30 - C 135	-0.01036	0.268	40.6	-0.039	1.0000
C 30 - A 45	-0.04165	0.268	40.6	-0.155	1.0000
C 30 - B 45	-0.87670	0.268	40.6	-3.271	0.2679
C 30 - C 45	-0.74177	0.235	54.0	-3.155	0.3182
C 30 - A 60	-0.61911	0.268	40.6	-2.310	0.8626
C 30 - B 60	-0.17429	0.268	40.6	-0.650	1.0000
C 30 - C 60	-0.88547	0.235	54.0	-3.766	0.0826
C 30 - A 75	-0.99569	0.268	40.6	-3.715	0.1061
C 30 - B 75	-0.65668	0.268	40.6	-2.450	0.7892
C 30 - C 75	-0.82245	0.235	54.0	-3.498	0.1573
C 30 - A 90	-1.07122	0.268	40.6	-3.996	0.0539
C 30 - B 90	-0.27464	0.268	40.6	-1.025	1.0000
C 30 - C 90	-0.56041	0.235	54.0	-2.384	0.8316



C 30 - A 105	-0.67048	0.268	40.6	-2.501	0.7585
C 30 - B 105	-0.48239	0.268	40.6	-1.800	0.9893
C 30 - C 105	-0.44600	0.235	54.0	-1.897	0.9823
C 30 - A 120	-1.47188	0.268	40.6	-5.491	0.0008
C 30 - B 120	-1.12150	0.268	40.6	-4.184	0.0333
C 30 - C 120	-0.40728	0.235	54.0	-1.732	0.9946
C 30 - A 135	-1.66240	0.268	40.6	-6.202	0.0001
C 30 - B 135	-1.41010	0.268	40.6	-5.261	0.0015
C 30 - C 135	-0.84701	0.235	54.0	-3.602	0.1235
A 45 - B 45	-0.83505	0.268	40.6	-3.115	0.3523
A 45 - C 45	-0.70012	0.268	40.6	-2.612	0.6876
A 45 - A 60	-0.57746	0.235	54.0	-2.456	0.7906
A 45 - B 60	-0.13265	0.268	40.6	-0.495	1.0000
A 45 - C 60	-0.84383	0.268	40.6	-3.148	0.3333
A 45 - A 75	-0.95404	0.235	54.0	-4.058	0.0379
A 45 - B 75	-0.61503	0.268	40.6	-2.295	0.8695
A 45 - C 75	-0.78081	0.268	40.6	-2.913	0.4809
A 45 - A 90	-1.02958	0.235	54.0	-4.379	0.0149
A 45 - B 90	-0.23299	0.268	40.6	-0.869	1.0000
A 45 - C 90	-0.51877	0.268	40.6	-1.935	0.9744
A 45 - A 105	-0.62883	0.235	54.0	-2.675	0.6461
A 45 - B 105	-0.44074	0.268	40.6	-1.644	0.9968
A 45 - C 105	-0.40436	0.268	40.6	-1.509	0.9991
A 45 - A 120	-1.43023	0.235	54.0	-6.083	<.0001
A 45 - B 120	-1.07985	0.268	40.6	-4.029	0.0497
A 45 - C 120	-0.36564	0.268	40.6	-1.364	0.9998
A 45 - A 135	-1.62076	0.235	54.0	-6.893	<.0001
A 45 - B 135	-1.36846	0.268	40.6	-5.105	0.0024
A 45 - C 135	-0.80536	0.268	40.6	-3.005	0.4205
B 45 - C 45	0.13493	0.268	40.6	0.503	1.0000
B 45 - A 60	0.25759	0.268	40.6	0.961	1.0000
B 45 - B 60	0.70240	0.235	54.0	2.987	0.4238
B 45 - C 60	-0.00878	0.268	40.6	-0.033	1.0000
B 45 - A 75	-0.11899	0.268	40.6	-0.444	1.0000
B 45 - B 75	0.22002	0.235	54.0	0.936	1.0000
B 45 - C 75	0.05424	0.268	40.6	0.202	1.0000
B 45 - A 90	-0.19453	0.268	40.6	-0.726	1.0000
B 45 - B 90	0.60206	0.235	54.0	2.561	0.7246
B 45 - C 90	0.31628	0.268	40.6	1.180	1.0000
B 45 - A 105	0.20622	0.268	40.6	0.769	1.0000
B 45 - B 105	0.39431	0.235	54.0	1.677	0.9966
B 45 - C 105	0.43069	0.268	40.6	1.607	0.9977
B 45 - A 120	-0.59518	0.268	40.6	-2.220	0.9005
B 45 - B 120	-0.24480	0.235	54.0	-1.041	1.0000
B 45 - C 120	0.46941	0.268	40.6	1.751	0.9924
B 45 - A 135	-0.78571	0.268	40.6	-2.931	0.4686
B 45 - B 135	-0.53341	0.235	54.0	-2.269	0.8869
B 45 - C 135	0.02969	0.268	40.6	0.111	1.0000
C 45 - A 60	0.12266	0.268	40.6	0.458	1.0000
C 45 - B 60	0.56748	0.268	40.6	2.117	0.9353
C 45 - C 60	-0.14370	0.235	54.0	-0.611	1.0000
C 45 - A 75	-0.25392	0.268	40.6	-0.947	1.0000



C 45 - B 75	0.08509	0.268	40.6	0.317	1.0000
C 45 - C 75	-0.08068	0.235	54.0	-0.343	1.0000
C 45 - A 90	-0.32945	0.268	40.6	-1.229	1.0000
C 45 - B 90	0.46713	0.268	40.6	1.743	0.9929
C 45 - C 90	0.18136	0.235	54.0	0.771	1.0000
C 45 - A 105	0.07129	0.268	40.6	0.266	1.0000
C 45 - B 105	0.25938	0.268	40.6	0.968	1.0000
C 45 - C 105	0.29577	0.235	54.0	1.258	1.0000
C 45 - A 120	-0.73011	0.268	40.6	-2.724	0.6113
C 45 - B 120	-0.37973	0.268	40.6	-1.417	0.9997
C 45 - C 120	0.33449	0.235	54.0	1.423	0.9998
C 45 - A 135	-0.92063	0.268	40.6	-3.435	0.1947
C 45 - B 135	-0.66833	0.268	40.6	-2.493	0.7634
C 45 - C 135	-0.10524	0.235	54.0	-0.448	1.0000
A 60 - B 60	0.44482	0.268	40.6	1.660	0.9964
A 60 - C 60	-0.26636	0.268	40.6	-0.994	1.0000
A 60 - A 75	-0.37658	0.235	54.0	-1.602	0.9983
A 60 - B 75	-0.03757	0.268	40.6	-0.140	1.0000
A 60 - C 75	-0.20334	0.268	40.6	-0.759	1.0000
A 60 - A 90	-0.45211	0.235	54.0	-1.923	0.9791
A 60 - B 90	0.34447	0.268	40.6	1.285	0.9999
A 60 - C 90	0.05870	0.268	40.6	0.219	1.0000
A 60 - A 105	-0.05137	0.235	54.0	-0.218	1.0000
A 60 - B 105	0.13672	0.268	40.6	0.510	1.0000
A 60 - C 105	0.17311	0.268	40.6	0.646	1.0000
A 60 - A 120	-0.85277	0.235	54.0	-3.627	0.1164
A 60 - B 120	-0.50239	0.268	40.6	-1.874	0.9823
A 60 - C 120	0.21183	0.268	40.6	0.790	1.0000
A 60 - A 135	-1.04329	0.235	54.0	-4.437	0.0125
A 60 - B 135	-0.79099	0.268	40.6	-2.951	0.4555
A 60 - C 135	-0.22790	0.268	40.6	-0.850	1.0000
B 60 - C 60	-0.71118	0.268	40.6	-2.653	0.6598
B 60 - A 75	-0.82140	0.268	40.6	-3.064	0.3829
B 60 - B 75	-0.48239	0.235	54.0	-2.052	0.9567
B 60 - C 75	-0.64816	0.268	40.6	-2.418	0.8072
B 60 - A 90	-0.89693	0.268	40.6	-3.346	0.2321
B 60 - B 90	-0.10034	0.235	54.0	-0.427	1.0000
B 60 - C 90	-0.38612	0.268	40.6	-1.441	0.9996
B 60 - A 105	-0.49618	0.268	40.6	-1.851	0.9848
B 60 - B 105	-0.30809	0.235	54.0	-1.310	0.9999
B 60 - C 105	-0.27171	0.268	40.6	-1.014	1.0000
B 60 - A 120	-1.29759	0.268	40.6	-4.841	0.0053
B 60 - B 120	-0.94720	0.235	54.0	-4.029	0.0411
B 60 - C 120	-0.23299	0.268	40.6	-0.869	1.0000
B 60 - A 135	-1.48811	0.268	40.6	-5.552	0.0006
B 60 - B 135	-1.23581	0.235	54.0	-5.256	0.0009
B 60 - C 135	-0.67272	0.268	40.6	-2.510	0.7534
C 60 - A 75	-0.11022	0.268	40.6	-0.411	1.0000
C 60 - B 75	0.22879	0.268	40.6	0.854	1.0000
C 60 - C 75	0.06302	0.235	54.0	0.268	1.0000
C 60 - A 90	-0.18575	0.268	40.6	-0.693	1.0000
C 60 - B 90	0.61084	0.268	40.6	2.279	0.8765



C 60 - C 90	0.32506	0.235	54.0	1.383	0.9999
C 60 - A 105	0.21500	0.268	40.6	0.802	1.0000
C 60 - B 105	0.40309	0.268	40.6	1.504	0.9992
C 60 - C 105	0.43947	0.235	54.0	1.869	0.9852
C 60 - A 120	-0.58641	0.268	40.6	-2.188	0.9126
C 60 - B 120	-0.23602	0.268	40.6	-0.881	1.0000
C 60 - C 120	0.47819	0.235	54.0	2.034	0.9606
C 60 - A 135	-0.77693	0.268	40.6	-2.899	0.4907
C 60 - B 135	-0.52463	0.268	40.6	-1.957	0.9710
C 60 - C 135	0.03846	0.235	54.0	0.164	1.0000
A 75 - B 75	0.33901	0.268	40.6	1.265	1.0000
A 75 - C 75	0.17324	0.268	40.6	0.646	1.0000
A 75 - A 90	-0.07553	0.235	54.0	-0.321	1.0000
A 75 - B 90	0.72105	0.268	40.6	2.690	0.6346
A 75 - C 90	0.43528	0.268	40.6	1.624	0.9973
A 75 - A 105	0.32521	0.235	54.0	1.383	0.9999
A 75 - B 105	0.51330	0.268	40.6	1.915	0.9773
A 75 - C 105	0.54969	0.268	40.6	2.051	0.9526
A 75 - A 120	-0.47619	0.235	54.0	-2.025	0.9623
A 75 - B 120	-0.12581	0.268	40.6	-0.469	1.0000
A 75 - C 120	0.58841	0.268	40.6	2.195	0.9099
A 75 - A 135	-0.66671	0.235	54.0	-2.836	0.5301
A 75 - B 135	-0.41441	0.268	40.6	-1.546	0.9987
A 75 - C 135	0.14868	0.268	40.6	0.555	1.0000
B 75 - C 75	-0.16577	0.268	40.6	-0.618	1.0000
B 75 - A 90	-0.41454	0.268	40.6	-1.547	0.9987
B 75 - B 90	0.38204	0.235	54.0	1.625	0.9979
B 75 - C 90	0.09627	0.268	40.6	0.359	1.0000
B 75 - A 105	-0.01380	0.268	40.6	-0.051	1.0000
B 75 - B 105	0.17429	0.235	54.0	0.741	1.0000
B 75 - C 105	0.21067	0.268	40.6	0.786	1.0000
B 75 - A 120	-0.81520	0.268	40.6	-3.041	0.3972
B 75 - B 120	-0.46482	0.235	54.0	-1.977	0.9712
B 75 - C 120	0.24940	0.268	40.6	0.930	1.0000
B 75 - A 135	-1.00572	0.268	40.6	-3.752	0.0973
B 75 - B 135	-0.75342	0.235	54.0	-3.204	0.2902
B 75 - C 135	-0.19033	0.268	40.6	-0.710	1.0000
C 75 - A 90	-0.24877	0.268	40.6	-0.928	1.0000
C 75 - B 90	0.54782	0.268	40.6	2.044	0.9542
C 75 - C 90	0.26204	0.235	54.0	1.114	1.0000
C 75 - A 105	0.15198	0.268	40.6	0.567	1.0000
C 75 - B 105	0.34007	0.268	40.6	1.269	1.0000
C 75 - C 105	0.37645	0.235	54.0	1.601	0.9983
C 75 - A 120	-0.64943	0.268	40.6	-2.423	0.8045
C 75 - B 120	-0.29904	0.268	40.6	-1.116	1.0000
C 75 - C 120	0.41517	0.235	54.0	1.766	0.9929
C 75 - A 135	-0.83995	0.268	40.6	-3.134	0.3416
C 75 - B 135	-0.58765	0.268	40.6	-2.192	0.9109
C 75 - C 135	-0.02455	0.235	54.0	-0.104	1.0000
A 90 - B 90	0.79659	0.268	40.6	2.972	0.4417
A 90 - C 90	0.51081	0.268	40.6	1.906	0.9786
A 90 - A 105	0.40075	0.235	54.0	1.704	0.9957



A 90 - B 105	0.58884	0.268	40.6	2.197	0.9093
A 90 - C 105	0.62522	0.268	40.6	2.333	0.8517
A 90 - A 120	-0.40066	0.235	54.0	-1.704	0.9957
A 90 - B 120	-0.05027	0.268	40.6	-0.188	1.0000
A 90 - C 120	0.66394	0.268	40.6	2.477	0.7733
A 90 - A 135	-0.59118	0.235	54.0	-2.514	0.7547
A 90 - B 135	-0.33888	0.268	40.6	-1.264	1.0000
A 90 - C 135	0.22421	0.268	40.6	0.836	1.0000
B 90 - C 90	-0.28578	0.268	40.6	-1.066	1.0000
B 90 - A 105	-0.39584	0.268	40.6	-1.477	0.9994
B 90 - B 105	-0.20775	0.235	54.0	-0.884	1.0000
B 90 - C 105	-0.17137	0.268	40.6	-0.639	1.0000
B 90 - A 120	-1.19724	0.268	40.6	-4.467	0.0155
B 90 - B 120	-0.84686	0.235	54.0	-3.602	0.1236
B 90 - C 120	-0.13265	0.268	40.6	-0.495	1.0000
B 90 - A 135	-1.38777	0.268	40.6	-5.177	0.0020
B 90 - B 135	-1.13547	0.235	54.0	-4.829	0.0036
B 90 - C 135	-0.57237	0.268	40.6	-2.135	0.9298
C 90 - A 105	-0.11006	0.268	40.6	-0.411	1.0000
C 90 - B 105	0.07803	0.268	40.6	0.291	1.0000
C 90 - C 105	0.11441	0.235	54.0	0.487	1.0000
C 90 - A 120	-0.91147	0.268	40.6	-3.400	0.2086
C 90 - B 120	-0.56108	0.268	40.6	-2.093	0.9419
C 90 - C 120	0.15313	0.235	54.0	0.651	1.0000
C 90 - A 135	-1.10199	0.268	40.6	-4.111	0.0402
C 90 - B 135	-0.84969	0.268	40.6	-3.170	0.3210
C 90 - C 135	-0.28659	0.235	54.0	-1.219	1.0000
A 105 - B 105	0.18809	0.268	40.6	0.702	1.0000
A 105 - C 105	0.22447	0.268	40.6	0.837	1.0000
A 105 - A 120	-0.80140	0.235	54.0	-3.408	0.1917
A 105 - B 120	-0.45102	0.268	40.6	-1.683	0.9956
A 105 - C 120	0.26319	0.268	40.6	0.982	1.0000
A 105 - A 135	-0.99193	0.235	54.0	-4.219	0.0239
A 105 - B 135	-0.73963	0.268	40.6	-2.759	0.5867
A 105 - C 135	-0.17653	0.268	40.6	-0.659	1.0000
B 105 - C 105	0.03638	0.268	40.6	0.136	1.0000
B 105 - A 120	-0.98949	0.268	40.6	-3.692	0.1119
B 105 - B 120	-0.63911	0.235	54.0	-2.718	0.6148
B 105 - C 120	0.07510	0.268	40.6	0.280	1.0000
B 105 - A 135	-1.18002	0.268	40.6	-4.402	0.0185
B 105 - B 135	-0.92772	0.235	54.0	-3.946	0.0515
B 105 - C 135	-0.36462	0.268	40.6	-1.360	0.9998
C 105 - A 120	-1.02588	0.268	40.6	-3.827	0.0815
C 105 - B 120	-0.67549	0.268	40.6	-2.520	0.7470
C 105 - C 120	0.03872	0.235	54.0	0.165	1.0000
C 105 - A 135	-1.21640	0.268	40.6	-4.538	0.0127
C 105 - B 135	-0.96410	0.268	40.6	-3.597	0.1382
C 105 - C 135	-0.40100	0.235	54.0	-1.706	0.9956
A 120 - B 120	0.35038	0.268	40.6	1.307	0.9999
A 120 - C 120	1.06460	0.268	40.6	3.972	0.0573
A 120 - A 135	-0.19052	0.235	54.0	-0.810	1.0000
A 120 - B 135	0.06178	0.268	40.6	0.230	1.0000



A 120 - C 135	0.62487	0.268	40.6	2.331	0.8524
B 120 - C 120	0.71421	0.268	40.6	2.665	0.6521
B 120 - A 135	-0.54091	0.268	40.6	-2.018	0.9598
B 120 - B 135	-0.28861	0.235	54.0	-1.227	1.0000
B 120 - C 135	0.27449	0.268	40.6	1.024	1.0000
C 120 - A 135	-1.25512	0.268	40.6	-4.683	0.0084
C 120 - B 135	-1.00282	0.268	40.6	-3.741	0.0998
C 120 - C 135	-0.43973	0.235	54.0	-1.870	0.9851
A 135 - B 135	0.25230	0.268	40.6	0.941	1.0000
A 135 - C 135	0.81539	0.268	40.6	3.042	0.3968
B 135 - C 135	0.56309	0.268	40.6	2.101	0.9399

Degrees-of-freedom method: kenward-roger
 P value adjustment: tukey method for comparing a family of 30 estimates



POST-HOC 5

SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET EXISTENTES

En dos lagunas de Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida; Laguna mixta de la juncia: Fartet.

ZONA	time2	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
F	45	0.000	0.102	23.7	-0.20994	0.210
S	45	0.000	0.102	23.7	-0.20994	0.210
F	60	0.201	0.102	23.7	-0.00926	0.411
S	60	0.000	0.102	23.7	-0.20994	0.210
F	75	0.201	0.102	23.7	-0.00926	0.411
S	75	0.100	0.102	23.7	-0.10960	0.310
F	90	0.000	0.102	23.7	-0.20994	0.210
S	90	0.159	0.102	23.7	-0.05090	0.369
F	105	0.201	0.102	23.7	-0.00926	0.411
S	105	0.492	0.102	23.7	0.28243	0.702
F	120	0.418	0.102	23.7	0.20848	0.628
S	120	0.835	0.102	23.7	0.62511	1.045
F	135	0.201	0.102	23.7	-0.00926	0.411
S	135	0.752	0.102	23.7	0.54182	0.962
F	150	0.000	0.102	23.7	-0.20994	0.210
S	150	0.201	0.102	23.7	-0.00926	0.411

Degrees-of-freedom method: kenward-roger
Confidence level used: 0.95

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
F 45 - S 45	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
F 45 - F 60	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 45 - S 60	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
F 45 - F 75	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 45 - S 75	-0.1003	0.144	23.7	-0.698	1.0000
F 45 - F 90	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 45 - S 90	-0.1590	0.144	23.7	-1.106	0.9984
F 45 - F 105	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 45 - S 105	-0.4924	0.144	23.7	-3.425	0.1103
F 45 - F 120	-0.4184	0.127	28.0	-3.303	0.1300
F 45 - S 120	-0.8350	0.144	23.7	-5.809	0.0005
F 45 - F 135	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 45 - S 135	-0.7518	0.144	23.7	-5.229	0.0019
F 45 - F 150	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 45 - S 150	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 45 - F 60	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 45 - S 60	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
S 45 - F 75	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 45 - S 75	-0.1003	0.127	28.0	-0.792	1.0000
S 45 - F 90	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 45 - S 90	-0.1590	0.127	28.0	-1.256	0.9947
S 45 - F 105	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845



S 45 - S 105	-0.4924	0.127	28.0	-3.887	0.0365
S 45 - F 120	-0.4184	0.144	23.7	-2.911	0.2788
S 45 - S 120	-0.8350	0.127	28.0	-6.593	<.0001
S 45 - F 135	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 45 - S 135	-0.7518	0.127	28.0	-5.935	0.0002
S 45 - F 150	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 45 - S 150	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 60 - S 60	0.2007	0.144	23.7	1.396	0.9845
F 60 - F 75	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 60 - S 75	0.1003	0.144	23.7	0.698	1.0000
F 60 - F 90	0.2007	0.127	28.0	1.584	0.9585
F 60 - S 90	0.0416	0.144	23.7	0.290	1.0000
F 60 - F 105	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 60 - S 105	-0.2917	0.144	23.7	-2.029	0.7881
F 60 - F 120	-0.2177	0.127	28.0	-1.719	0.9242
F 60 - S 120	-0.6344	0.144	23.7	-4.413	0.0131
F 60 - F 135	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 60 - S 135	-0.5511	0.144	23.7	-3.833	0.0476
F 60 - F 150	0.2007	0.127	28.0	1.584	0.9585
F 60 - S 150	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 60 - F 75	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 60 - S 75	-0.1003	0.127	28.0	-0.792	1.0000
S 60 - F 90	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 60 - S 90	-0.1590	0.127	28.0	-1.256	0.9947
S 60 - F 105	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 60 - S 105	-0.4924	0.127	28.0	-3.887	0.0365
S 60 - F 120	-0.4184	0.144	23.7	-2.911	0.2788
S 60 - S 120	-0.8350	0.127	28.0	-6.593	<.0001
S 60 - F 135	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 60 - S 135	-0.7518	0.127	28.0	-5.935	0.0002
S 60 - F 150	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 60 - S 150	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 75 - S 75	0.1003	0.144	23.7	0.698	1.0000
F 75 - F 90	0.2007	0.127	28.0	1.584	0.9585
F 75 - S 90	0.0416	0.144	23.7	0.290	1.0000
F 75 - F 105	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 75 - S 105	-0.2917	0.144	23.7	-2.029	0.7881
F 75 - F 120	-0.2177	0.127	28.0	-1.719	0.9242
F 75 - S 120	-0.6344	0.144	23.7	-4.413	0.0131
F 75 - F 135	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 75 - S 135	-0.5511	0.144	23.7	-3.833	0.0476
F 75 - F 150	0.2007	0.127	28.0	1.584	0.9585
F 75 - S 150	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 75 - F 90	0.1003	0.144	23.7	0.698	1.0000
S 75 - S 90	-0.0587	0.127	28.0	-0.463	1.0000
S 75 - F 105	-0.1003	0.144	23.7	-0.698	1.0000
S 75 - S 105	-0.3920	0.127	28.0	-3.095	0.1945
S 75 - F 120	-0.3181	0.144	23.7	-2.213	0.6816
S 75 - S 120	-0.7347	0.127	28.0	-5.800	0.0003
S 75 - F 135	-0.1003	0.144	23.7	-0.698	1.0000
S 75 - S 135	-0.6514	0.127	28.0	-5.143	0.0016
S 75 - F 150	0.1003	0.144	23.7	0.698	1.0000



S 75 - S 150	-0.1003	0.127	28.0	-0.792	1.0000
F 90 - S 90	-0.1590	0.144	23.7	-1.106	0.9984
F 90 - F 105	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 90 - S 105	-0.4924	0.144	23.7	-3.425	0.1103
F 90 - F 120	-0.4184	0.127	28.0	-3.303	0.1300
F 90 - S 120	-0.8350	0.144	23.7	-5.809	0.0005
F 90 - F 135	-0.2007	0.127	28.0	-1.584	0.9585
F 90 - S 135	-0.7518	0.144	23.7	-5.229	0.0019
F 90 - F 150	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 90 - S 150	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845
S 90 - F 105	-0.0416	0.144	23.7	-0.290	1.0000
S 90 - S 105	-0.3333	0.127	28.0	-2.632	0.4172
S 90 - F 120	-0.2594	0.144	23.7	-1.804	0.8919
S 90 - S 120	-0.6760	0.127	28.0	-5.337	0.0010
S 90 - F 135	-0.0416	0.144	23.7	-0.290	1.0000
S 90 - S 135	-0.5927	0.127	28.0	-4.679	0.0053
S 90 - F 150	0.1590	0.144	23.7	1.106	0.9984
S 90 - S 150	-0.0416	0.127	28.0	-0.329	1.0000
F 105 - S 105	-0.2917	0.144	23.7	-2.029	0.7881
F 105 - F 120	-0.2177	0.127	28.0	-1.719	0.9242
F 105 - S 120	-0.6344	0.144	23.7	-4.413	0.0131
F 105 - F 135	0.0000	0.127	28.0	0.000	1.0000
F 105 - S 135	-0.5511	0.144	23.7	-3.833	0.0476
F 105 - F 150	0.2007	0.127	28.0	1.584	0.9585
F 105 - S 150	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 105 - F 120	0.0739	0.144	23.7	0.514	1.0000
S 105 - S 120	-0.3427	0.127	28.0	-2.705	0.3747
S 105 - F 135	0.2917	0.144	23.7	2.029	0.7881
S 105 - S 135	-0.2594	0.127	28.0	-2.048	0.7803
S 105 - F 150	0.4924	0.144	23.7	3.425	0.1103
S 105 - S 150	0.2917	0.127	28.0	2.303	0.6249
F 120 - S 120	-0.4166	0.144	23.7	-2.898	0.2845
F 120 - F 135	0.2177	0.127	28.0	1.719	0.9242
F 120 - S 135	-0.3333	0.144	23.7	-2.319	0.6155
F 120 - F 150	0.4184	0.127	28.0	3.303	0.1300
F 120 - S 150	0.2177	0.144	23.7	1.515	0.9693
S 120 - F 135	0.6344	0.144	23.7	4.413	0.0131
S 120 - S 135	0.0833	0.127	28.0	0.658	1.0000
S 120 - F 150	0.8350	0.144	23.7	5.809	0.0005
S 120 - S 150	0.6344	0.127	28.0	5.008	0.0023
F 135 - S 135	-0.5511	0.144	23.7	-3.833	0.0476
F 135 - F 150	0.2007	0.127	28.0	1.584	0.9585
F 135 - S 150	0.0000	0.144	23.7	0.000	1.0000
S 135 - F 150	0.7518	0.144	23.7	5.229	0.0019
S 135 - S 150	0.5511	0.127	28.0	4.351	0.0120
F 150 - S 150	-0.2007	0.144	23.7	-1.396	0.9845

Degrees-of-freedom method: kenward-roger

P value adjustment: tukey method for comparing a family of 16 estimates



POST-HOC 6

SEGUIMIENTO OBSERVACIONAL DE POBLACIONES DE FARTET EXISTENTES

En dos lagunas de Charca de Suárez, una libre de pez mosquito y otra con una población de este previamente establecida; Laguna mixta de la juncia: Pez mosquito.

ZONA	time2	lsmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
F	0	0.159	0.208	33.9	-0.2629	0.581
S	0	0.100	0.208	33.9	-0.3216	0.522
F	15	0.282	0.208	33.9	-0.1402	0.704
S	15	0.810	0.208	33.9	0.3885	1.232
F	30	0.434	0.208	33.9	0.0117	0.856
S	30	0.515	0.208	33.9	0.0927	0.937
F	45	0.100	0.208	33.9	-0.3216	0.522
S	45	0.347	0.208	33.9	-0.0748	0.769
F	60	0.159	0.208	33.9	-0.2629	0.581
S	60	0.921	0.208	33.9	0.4992	1.343
F	75	0.000	0.208	33.9	-0.4219	0.422
S	75	0.000	0.208	33.9	-0.4219	0.422
F	90	0.201	0.208	33.9	-0.2213	0.623
S	90	0.790	0.208	33.9	0.3678	1.212
F	105	0.233	0.208	33.9	-0.1890	0.655
S	105	0.988	0.208	33.9	0.5657	1.410
F	120	0.845	0.208	33.9	0.4232	1.267
S	120	1.127	0.208	33.9	0.7048	1.549
F	135	0.719	0.208	33.9	0.2975	1.141
S	135	0.952	0.208	33.9	0.5305	1.374
F	150	0.159	0.208	33.9	-0.2629	0.581
S	150	1.589	0.208	33.9	1.1668	2.011

Degrees-of-freedom method: kenward-roger

Confidence level used: 0.95

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
F 0 - S 0	0.0587	0.294	33.9	0.200	1.0000
F 0 - F 15	-0.1227	0.267	40.0	-0.459	1.0000
F 0 - S 15	-0.6514	0.294	33.9	-2.219	0.8056
F 0 - F 30	-0.2746	0.267	40.0	-1.029	1.0000
F 0 - S 30	-0.3556	0.294	33.9	-1.211	0.9996
F 0 - F 45	0.0587	0.267	40.0	0.220	1.0000
F 0 - S 45	-0.1881	0.294	33.9	-0.641	1.0000
F 0 - F 60	0.0000	0.267	40.0	0.000	1.0000
F 0 - S 60	-0.7621	0.294	33.9	-2.596	0.5682
F 0 - F 75	0.1590	0.267	40.0	0.596	1.0000
F 0 - S 75	0.1590	0.294	33.9	0.542	1.0000
F 0 - F 90	-0.0416	0.267	40.0	-0.156	1.0000
F 0 - S 90	-0.6307	0.294	33.9	-2.148	0.8419
F 0 - F 105	-0.0739	0.267	40.0	-0.277	1.0000
F 0 - S 105	-0.8286	0.294	33.9	-2.822	0.4208
F 0 - F 120	-0.6861	0.267	40.0	-2.570	0.5846



F 0 - S 120	-0.9677	0.294	33.9	-3.296	0.1854
F 0 - F 135	-0.5604	0.267	40.0	-2.099	0.8682
F 0 - S 135	-0.7934	0.294	33.9	-2.702	0.4973
F 0 - F 150	0.0000	0.267	40.0	0.000	1.0000
F 0 - S 150	-1.4297	0.294	33.9	-4.870	0.0039
S 0 - F 15	-0.1814	0.294	33.9	-0.618	1.0000
S 0 - S 15	-0.7101	0.267	40.0	-2.660	0.5229
S 0 - F 30	-0.3333	0.294	33.9	-1.135	0.9999
S 0 - S 30	-0.4143	0.267	40.0	-1.552	0.9921
S 0 - F 45	0.0000	0.294	33.9	0.000	1.0000
S 0 - S 45	-0.2468	0.267	40.0	-0.924	1.0000
S 0 - F 60	-0.0587	0.294	33.9	-0.200	1.0000
S 0 - S 60	-0.8208	0.267	40.0	-3.074	0.2725
S 0 - F 75	0.1003	0.294	33.9	0.342	1.0000
S 0 - S 75	0.1003	0.267	40.0	0.376	1.0000
S 0 - F 90	-0.1003	0.294	33.9	-0.342	1.0000
S 0 - S 90	-0.6894	0.267	40.0	-2.582	0.5761
S 0 - F 105	-0.1326	0.294	33.9	-0.452	1.0000
S 0 - S 105	-0.8873	0.267	40.0	-3.323	0.1673
S 0 - F 120	-0.7448	0.294	33.9	-2.537	0.6078
S 0 - S 120	-1.0264	0.267	40.0	-3.844	0.0502
S 0 - F 135	-0.6191	0.294	33.9	-2.109	0.8606
S 0 - S 135	-0.8521	0.267	40.0	-3.192	0.2184
S 0 - F 150	-0.0587	0.294	33.9	-0.200	1.0000
S 0 - S 150	-1.4884	0.267	40.0	-5.575	0.0003
F 15 - S 15	-0.5288	0.294	33.9	-1.801	0.9607
F 15 - F 30	-0.1520	0.267	40.0	-0.569	1.0000
F 15 - S 30	-0.2330	0.294	33.9	-0.794	1.0000
F 15 - F 45	0.1814	0.267	40.0	0.679	1.0000
F 15 - S 45	-0.0654	0.294	33.9	-0.223	1.0000
F 15 - F 60	0.1227	0.267	40.0	0.459	1.0000
F 15 - S 60	-0.6394	0.294	33.9	-2.178	0.8271
F 15 - F 75	0.2817	0.267	40.0	1.055	1.0000
F 15 - S 75	0.2817	0.294	33.9	0.960	1.0000
F 15 - F 90	0.0810	0.267	40.0	0.303	1.0000
F 15 - S 90	-0.5080	0.294	33.9	-1.730	0.9730
F 15 - F 105	0.0487	0.267	40.0	0.182	1.0000
F 15 - S 105	-0.7059	0.294	33.9	-2.404	0.6949
F 15 - F 120	-0.5634	0.267	40.0	-2.110	0.8632
F 15 - S 120	-0.8450	0.294	33.9	-2.878	0.3868
F 15 - F 135	-0.4378	0.267	40.0	-1.640	0.9855
F 15 - S 135	-0.6707	0.294	33.9	-2.285	0.7685
F 15 - F 150	0.1227	0.267	40.0	0.459	1.0000
F 15 - S 150	-1.3070	0.294	33.9	-4.452	0.0121
S 15 - F 30	0.3768	0.294	33.9	1.283	0.9992
S 15 - S 30	0.2958	0.267	40.0	1.108	0.9999
S 15 - F 45	0.7101	0.294	33.9	2.419	0.6857
S 15 - S 45	0.4633	0.267	40.0	1.735	0.9740
S 15 - F 60	0.6514	0.294	33.9	2.219	0.8056
S 15 - S 60	-0.1107	0.267	40.0	-0.415	1.0000
S 15 - F 75	0.8105	0.294	33.9	2.761	0.4597
S 15 - S 75	0.8105	0.267	40.0	3.036	0.2923



UNIVERSIDAD DE GRANADA



S 15 - F 90	0.6098	0.294	33.9	2.077	0.8747
S 15 - S 90	0.0207	0.267	40.0	0.078	1.0000
S 15 - F 105	0.5775	0.294	33.9	1.967	0.9167
S 15 - S 105	-0.1772	0.267	40.0	-0.664	1.0000
S 15 - F 120	-0.0346	0.294	33.9	-0.118	1.0000
S 15 - S 120	-0.3163	0.267	40.0	-1.185	0.9998
S 15 - F 135	0.0910	0.294	33.9	0.310	1.0000
S 15 - S 135	-0.1420	0.267	40.0	-0.532	1.0000
S 15 - F 150	0.6514	0.294	33.9	2.219	0.8056
S 15 - S 150	-0.7783	0.267	40.0	-2.915	0.3591
F 30 - S 30	-0.0810	0.294	33.9	-0.276	1.0000
F 30 - F 45	0.3333	0.267	40.0	1.249	0.9995
F 30 - S 45	0.0865	0.294	33.9	0.295	1.0000
F 30 - F 60	0.2746	0.267	40.0	1.029	1.0000
F 30 - S 60	-0.4875	0.294	33.9	-1.660	0.9822
F 30 - F 75	0.4337	0.267	40.0	1.624	0.9869
F 30 - S 75	0.4337	0.294	33.9	1.477	0.9951
F 30 - F 90	0.2330	0.267	40.0	0.873	1.0000
F 30 - S 90	-0.3561	0.294	33.9	-1.213	0.9996
F 30 - F 105	0.2007	0.267	40.0	0.752	1.0000
F 30 - S 105	-0.5539	0.294	33.9	-1.887	0.9408
F 30 - F 120	-0.4114	0.267	40.0	-1.541	0.9927
F 30 - S 120	-0.6931	0.294	33.9	-2.361	0.7226
F 30 - F 135	-0.2858	0.267	40.0	-1.070	0.9999
F 30 - S 135	-0.5188	0.294	33.9	-1.767	0.9671
F 30 - F 150	0.2746	0.267	40.0	1.029	1.0000
F 30 - S 150	-1.1551	0.294	33.9	-3.934	0.0452
S 30 - F 45	0.4143	0.294	33.9	1.411	0.9972
S 30 - S 45	0.1676	0.267	40.0	0.628	1.0000
S 30 - F 60	0.3556	0.294	33.9	1.211	0.9996
S 30 - S 60	-0.4065	0.267	40.0	-1.522	0.9937
S 30 - F 75	0.5147	0.294	33.9	1.753	0.9694
S 30 - S 75	0.5147	0.267	40.0	1.928	0.9320
S 30 - F 90	0.3140	0.294	33.9	1.070	0.9999
S 30 - S 90	-0.2750	0.267	40.0	-1.030	1.0000
S 30 - F 105	0.2817	0.294	33.9	0.960	1.0000
S 30 - S 105	-0.4729	0.267	40.0	-1.771	0.9683
S 30 - F 120	-0.3304	0.294	33.9	-1.125	0.9999
S 30 - S 120	-0.6120	0.267	40.0	-2.292	0.7664
S 30 - F 135	-0.2048	0.294	33.9	-0.697	1.0000
S 30 - S 135	-0.4378	0.267	40.0	-1.640	0.9855
S 30 - F 150	0.3556	0.294	33.9	1.211	0.9996
S 30 - S 150	-1.0741	0.267	40.0	-4.023	0.0318
F 45 - S 45	-0.2468	0.294	33.9	-0.841	1.0000
F 45 - F 60	-0.0587	0.267	40.0	-0.220	1.0000
F 45 - S 60	-0.8208	0.294	33.9	-2.796	0.4373
F 45 - F 75	0.1003	0.267	40.0	0.376	1.0000
F 45 - S 75	0.1003	0.294	33.9	0.342	1.0000
F 45 - F 90	-0.1003	0.267	40.0	-0.376	1.0000
F 45 - S 90	-0.6894	0.294	33.9	-2.348	0.7304
F 45 - F 105	-0.1326	0.267	40.0	-0.497	1.0000
F 45 - S 105	-0.8873	0.294	33.9	-3.022	0.3066



F 45 - F 120	-0.7448	0.267	40.0	-2.790	0.4367
F 45 - S 120	-1.0264	0.294	33.9	-3.496	0.1231
F 45 - F 135	-0.6191	0.267	40.0	-2.319	0.7504
F 45 - S 135	-0.8521	0.294	33.9	-2.902	0.3727
F 45 - F 150	-0.0587	0.267	40.0	-0.220	1.0000
F 45 - S 150	-1.4884	0.294	33.9	-5.070	0.0022
S 45 - F 60	0.1881	0.294	33.9	0.641	1.0000
S 45 - S 60	-0.5740	0.267	40.0	-2.150	0.8443
S 45 - F 75	0.3471	0.294	33.9	1.182	0.9997
S 45 - S 75	0.3471	0.267	40.0	1.300	0.9991
S 45 - F 90	0.1464	0.294	33.9	0.499	1.0000
S 45 - S 90	-0.4426	0.267	40.0	-1.658	0.9837
S 45 - F 105	0.1141	0.294	33.9	0.389	1.0000
S 45 - S 105	-0.6405	0.267	40.0	-2.399	0.6998
S 45 - F 120	-0.4980	0.294	33.9	-1.696	0.9779
S 45 - S 120	-0.7796	0.267	40.0	-2.920	0.3562
S 45 - F 135	-0.3723	0.294	33.9	-1.268	0.9993
S 45 - S 135	-0.6053	0.267	40.0	-2.267	0.7812
S 45 - F 150	0.1881	0.294	33.9	0.641	1.0000
S 45 - S 150	-1.2416	0.267	40.0	-4.651	0.0056
F 60 - S 60	-0.7621	0.294	33.9	-2.596	0.5682
F 60 - F 75	0.1590	0.267	40.0	0.596	1.0000
F 60 - S 75	0.1590	0.294	33.9	0.542	1.0000
F 60 - F 90	-0.0416	0.267	40.0	-0.156	1.0000
F 60 - S 90	-0.6307	0.294	33.9	-2.148	0.8419
F 60 - F 105	-0.0739	0.267	40.0	-0.277	1.0000
F 60 - S 105	-0.8286	0.294	33.9	-2.822	0.4208
F 60 - F 120	-0.6861	0.267	40.0	-2.570	0.5846
F 60 - S 120	-0.9677	0.294	33.9	-3.296	0.1854
F 60 - F 135	-0.5604	0.267	40.0	-2.099	0.8682
F 60 - S 135	-0.7934	0.294	33.9	-2.702	0.4973
F 60 - F 150	0.0000	0.267	40.0	0.000	1.0000
F 60 - S 150	-1.4297	0.294	33.9	-4.870	0.0039
S 60 - F 75	0.9211	0.294	33.9	3.138	0.2503
S 60 - S 75	0.9211	0.267	40.0	3.450	0.1274
S 60 - F 90	0.7205	0.294	33.9	2.454	0.6628
S 60 - S 90	0.1314	0.267	40.0	0.492	1.0000
S 60 - F 105	0.6882	0.294	33.9	2.344	0.7330
S 60 - S 105	-0.0665	0.267	40.0	-0.249	1.0000
S 60 - F 120	0.0760	0.294	33.9	0.259	1.0000
S 60 - S 120	-0.2056	0.267	40.0	-0.770	1.0000
S 60 - F 135	0.2017	0.294	33.9	0.687	1.0000
S 60 - S 135	-0.0313	0.267	40.0	-0.117	1.0000
S 60 - F 150	0.7621	0.294	33.9	2.596	0.5682
S 60 - S 150	-0.6676	0.267	40.0	-2.501	0.6320
F 75 - S 75	0.0000	0.294	33.9	0.000	1.0000
F 75 - F 90	-0.2007	0.267	40.0	-0.752	1.0000
F 75 - S 90	-0.7897	0.294	33.9	-2.690	0.5055
F 75 - F 105	-0.2330	0.267	40.0	-0.873	1.0000
F 75 - S 105	-0.9876	0.294	33.9	-3.364	0.1620
F 75 - F 120	-0.8451	0.267	40.0	-3.165	0.2298
F 75 - S 120	-1.1267	0.294	33.9	-3.838	0.0570



F 75 - F 135	-0.7195	0.267	40.0	-2.695	0.4992
F 75 - S 135	-0.9524	0.294	33.9	-3.244	0.2051
F 75 - F 150	-0.1590	0.267	40.0	-0.596	1.0000
F 75 - S 150	-1.5887	0.294	33.9	-5.412	0.0009
S 75 - F 90	-0.2007	0.294	33.9	-0.684	1.0000
S 75 - S 90	-0.7897	0.267	40.0	-2.958	0.3344
S 75 - F 105	-0.2330	0.294	33.9	-0.794	1.0000
S 75 - S 105	-0.9876	0.267	40.0	-3.699	0.0717
S 75 - F 120	-0.8451	0.294	33.9	-2.879	0.3867
S 75 - S 120	-1.1267	0.267	40.0	-4.220	0.0188
S 75 - F 135	-0.7195	0.294	33.9	-2.451	0.6650
S 75 - S 135	-0.9524	0.267	40.0	-3.567	0.0978
S 75 - F 150	-0.1590	0.294	33.9	-0.542	1.0000
S 75 - S 150	-1.5887	0.267	40.0	-5.951	0.0001
F 90 - S 90	-0.5891	0.294	33.9	-2.006	0.9028
F 90 - F 105	-0.0323	0.267	40.0	-0.121	1.0000
F 90 - S 105	-0.7869	0.294	33.9	-2.680	0.5118
F 90 - F 120	-0.6444	0.267	40.0	-2.414	0.6901
F 90 - S 120	-0.9261	0.294	33.9	-3.154	0.2428
F 90 - F 135	-0.5188	0.267	40.0	-1.943	0.9274
F 90 - S 135	-0.7518	0.294	33.9	-2.561	0.5918
F 90 - F 150	0.0416	0.267	40.0	0.156	1.0000
F 90 - S 150	-1.3881	0.294	33.9	-4.728	0.0058
S 90 - F 105	0.5567	0.294	33.9	1.896	0.9382
S 90 - S 105	-0.1979	0.267	40.0	-0.741	1.0000
S 90 - F 120	-0.0554	0.294	33.9	-0.189	1.0000
S 90 - S 120	-0.3370	0.267	40.0	-1.262	0.9994
S 90 - F 135	0.0703	0.294	33.9	0.239	1.0000
S 90 - S 135	-0.1627	0.267	40.0	-0.609	1.0000
S 90 - F 150	0.6307	0.294	33.9	2.148	0.8419
S 90 - S 150	-0.7990	0.267	40.0	-2.993	0.3151
F 105 - S 105	-0.7546	0.294	33.9	-2.570	0.5853
F 105 - F 120	-0.6121	0.267	40.0	-2.293	0.7663
F 105 - S 120	-0.8937	0.294	33.9	-3.044	0.2953
F 105 - F 135	-0.4865	0.267	40.0	-1.822	0.9586
F 105 - S 135	-0.7195	0.294	33.9	-2.451	0.6650
F 105 - F 150	0.0739	0.267	40.0	0.277	1.0000
F 105 - S 150	-1.3557	0.294	33.9	-4.618	0.0078
S 105 - F 120	0.1425	0.294	33.9	0.485	1.0000
S 105 - S 120	-0.1391	0.267	40.0	-0.521	1.0000
S 105 - F 135	0.2682	0.294	33.9	0.913	1.0000
S 105 - S 135	0.0352	0.267	40.0	0.132	1.0000
S 105 - F 150	0.8286	0.294	33.9	2.822	0.4208
S 105 - S 150	-0.6011	0.267	40.0	-2.252	0.7903
F 120 - S 120	-0.2816	0.294	33.9	-0.959	1.0000
F 120 - F 135	0.1256	0.267	40.0	0.471	1.0000
F 120 - S 135	-0.1073	0.294	33.9	-0.366	1.0000
F 120 - F 150	0.6861	0.267	40.0	2.570	0.5846
F 120 - S 150	-0.7436	0.294	33.9	-2.533	0.6104
S 120 - F 135	0.4073	0.294	33.9	1.387	0.9977
S 120 - S 135	0.1743	0.267	40.0	0.653	1.0000
S 120 - F 150	0.9677	0.294	33.9	3.296	0.1854



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



S 120 - S 150	-0.4620	0.267	40.0	-1.730	0.9747
F 135 - S 135	-0.2330	0.294	33.9	-0.794	1.0000
F 135 - F 150	0.5604	0.267	40.0	2.099	0.8682
F 135 - S 150	-0.8693	0.294	33.9	-2.961	0.3395
S 135 - F 150	0.7934	0.294	33.9	2.702	0.4973
S 135 - S 150	-0.6363	0.267	40.0	-2.383	0.7099
F 150 - S 150	-1.4297	0.294	33.9	-4.870	0.0039
Degrees-of-freedom method: kenward-roger					
P value adjustment: tukey method for comparing a family of 22 estimates					