



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

TÍTULO DEL PROYECTO: Tolerancia y adaptabilidad de moluscos nativos e introducidos a cambios producidos por cambio climático global de la temperatura y salinidad en el estado de Tabasco.

CLAVE DEL FONDO: UJAT-2014-1B-30

RESPONSABLE TÉCNICO: Dr. Luis José Rangel Ruiz

FUENTE DE FINANCIAMIENTO: Programa de Fomento a la Investigación PFI

TIEMPO DE EJECUCIÓN: Enero 2015 a Diciembre 2016

MONTO AUTORIZADO: \$ 123,000.00



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

OBJETIVO DEL PROYECTO: Determinar los rangos de tolerancia a la temperatura y salinidad de moluscos nativos y no nativos de Tabasco, para evaluar su probable impacto producto del cambio climático, y con ello predecir el comportamiento de sus poblaciones en el futuro.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: El proyecto determino la tolerancia máxima de temperatura y salinidad de siete especies de moluscos, mediante bioensayos de laboratorio. Se trabajo con cuatro especies de gasterópodos dulceacuícolas, dos especies nativas: *Aroapyrgus clenchi* (Goodrich & Schalie, 1937) y *Pyrgophorus coronatus* (Pfeiffer, 1840), dos especies introducidas *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) y *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774), y una especie de bivalvo *Psoroniaias crocodilorum* (Morelet, 1849); además de dos especies de bivalvos de ambientes salobres, una de importancia comercial *Crassostrea virginica* (Guilding, 1791) y otra de gran abundancia *Brachidontes exustus* (Linnaeus, 1758). Con la información de la tolerancia a la temperatura y salinidad y con los registros de la distribución geográfica de estas especies, se desarrolló un mapa sobre la "Distribución de especies sensibles" (DES) en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta. Con la información resultante se definió los factores que favorecen el establecimiento de especies de moluscos introducidos y podrá ser útil para predecir el desplazamiento de especies nativas y proponer opciones de gestión para las especies invasoras.

INSTITUCIONES VINCULADAS: Solo personal de la DACBIOL-UJAT



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS (1):

Preferencia de temperatura

Tarebia granifera registró una preferencia térmica de 23°C y 25°C con un rango de 19°C a 31°C; para *Pyrgophorus coronatus* de 25°C con un rango de 23°C a 29°C; para *Aroapyrgus clenchi* de 25°C con un rango de 23°C a 31°C; para *Pomacea flagellata* entre los 24°C y 25°C.

Determinación de la concentración letal media (CL50) y (CL90) a la salinidad

Para *T. granifera* y mediante el análisis PROBIT la CL50 se presentó a 5.35 g/L a las cuatro horas y la CL90 a 6.94 g/L a las tres y media hrs; en *M. tuberculata* la CL50 se presentó 4.55 g/L a las seis horas y la CL90 6.11 g/L a las cinco hrs; en *P. coronatus* la CL90 4.63 g/L. En *Aroapyrgus clenchi* la CL50 se presentó a 0.35 g/L a las cuatro horas y la CL90 0.57 g/L a las tres y media hrs; En *P. flagellata* la CL50 fue de 6.00 g/L a las siete horas y la CL90 7.79 g/L después de las tres hrs; En *S. impluviata* la CL50 es de 6.54 g/L después de las cinco horas y la CL90 de 8.23 g/L antes de las tres hrs.



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS:

Pruebas de tolerancia a la salinidad con las especies salobres: *Crassostrea virginica* (ostión) y *Brachidontes exustus* (mejillón).

Para *C. virginica* se presentó una tolerancia a todas las concentraciones, no presentándose mortalidad alguna en todas las concentraciones ni en el testigo. Se propone hacer una prueba formal con tres repeticiones a dos concentraciones 0 y 35 g/L y con una duración de 30 días.

En el caso de *B. exustus* se registró una mortalidad del 20% a las concentraciones de 0, 5 y 15 g/L. Y una mortalidad del 100% a concentraciones de 25, 30 y 35 g/L, demostrando la poca tolerancia a altas salinidades. Se propone hacer una prueba formal con tres repeticiones a concentraciones de 15, 20 y 25 g/L con el propósito de obtener la CL50 y CL90 por medio del método análisis Probit



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS:

Crecimiento de *P. coronatus*, *T. granifera* a tres diferentes temperaturas

Tarebia granifera

El LC de los caracoles expuestos durante un periodo de 91 días a 23° C (testigo) vario de 2.00 mm a 11.81 mm; para 27° C vario de 2.00 a 12.26 mm; y para la temperatura de 31° C de 2.0 mm a 11.47 mm. No se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones pero si de estas con el testigo ($P= 0.0057$). El crecimiento en talla para *T. granifera* no presentó diferencia significativa entre tratamientos ($P = 0.9699$), la mayor longitud se observó a 27° C y la menor talla se observó a 31°.

Pyrgophorus coronatus

Para *P. coronatus* los tres lotes sobrevivieron solo hasta los 77 días. El LC a 25° C (testigo) vario de 1.00 a 3.42 mm; para 28° C de 1.0 mm a 3.04 mm; y para 31° C de 1.00 mm a 2.41 mm. No se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones pero si de estas con el testigo ($P= 0.0164$). El crecimiento en talla para *P. coronatus* presentó diferencias significativas entre tratamientos ($P= 0.000$) siendo la de 31° C diferente a las otras dos, la mayor longitud se observó a 25° C (3.42 mm) y la talla menor a 31° C (2.41 mm).



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

Sobrevivencia de *P. coronatus*, *T. granifera* a tres diferentes temperaturas

Tarebia granifera

Para *T. granifera* la mayor sobrevivencia se presentó en la temperatura de 23° C (testigo) con un porcentaje de 95.00%, siguiéndole 31° C con 71.67% y 27° C con 68.33%. No se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones ($P > 0.05$) pero si de estas con los testigos ($P \leq 0.05$). *Tarebia granifera* presentó diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.006$), siendo la temperatura de 23° C diferente a las otras dos.

Pyrgophorus coronatus

Para *P. coronatus* el 100% de los caracoles murieron a los 78 días en todos los lotes. La mayor sobrevivencia se presentó en las temperaturas de 23° C (testigo) y 27° C con un porcentaje de 85.00%, siguiéndole la de 31° C con 80%. No se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones ($P > 0.05$) pero si de estas con los testigos ($P \leq 0.05$). *Pyrgophorus coronatus* presentó diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.000$), siendo la temperatura de 31° C diferente a las otras dos.



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS:

Reproducción de *P. coronatus* y *T. granifera* a tres diferentes temperaturas

Tarebia granifera

Para las tres temperaturas (23, 27 y 31° C) la reproducción se inició a los 42 días de nacidos con una LC promedio de 6.31 mm en los tres lotes experimentales. El mayor número de crías se presentó para el lote de 23° C a los 49 días en caracoles con una LC de 8.18 mm; para el lote de 27° C a los 42 días con una LC de 6.45; y para 31° C a los 84 días con una LC de 11.41 mm.

En cuanto al comportamiento de la reproducción, se observa que en el lote de 23° C a los 42 y 49 días se alcanza el mayor número de crías y este se mantiene con pequeñas variaciones hasta los 91 días; en el lote de 27° C también se presenta el mayor número de crías a los 42 días, sin embargo en los siguientes días el número disminuye a más de la mitad de caracoles; y en el lote de 31° C la reproducción se inicia a los 42 días pero con un número inferior a los dos lotes anteriores y alcanzando su valor máximo a los 84 y 91 días con 34 crías.

Pyrgophorus coronatus

La reproducción de *P. coronatus* se presentó solo para el lote de 25° C a los 49 días con 26 crías y con caracoles con una LC promedio de 3.30 mm, a partir de este día el número de crías disminuye hasta 16 a los 77 días con caracoles con un LC de 3.72 mm, que correspondió a la máxima sobrevivencia de los tres lotes



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS:

Pruebas de tolerancia a la salinidad con las especies salobres: *Crassostrea virginica* (ostión), *Brachidontes exustus* (mejillón) y *Psoroniaias crocodilorum*

Crassostrea virginica. De las siete concentraciones salinas utilizadas, solo dos superaron el 50% de mortalidad, la de 0 y 50 g/L, el TL50 se presentó a los cinco y cuatro días, el TL90 a los ocho y seis días y TL100 a los ocho y siete días respectivamente. Las cinco concentraciones restantes presentaron un incremento continuo de mortalidad hasta los 29 días, la mortalidad total de las concentraciones 5, 10, 20, 35 y 40 g L⁻¹ fue de 13, 13, 16, 20 y 40 % respectivamente. No se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones de cada concentración ($p \leq 0.05$), pero si entre las concentraciones de 0, 40 y 50 g/L con el resto de las concentraciones, así como entre ellas mismas ($p = 0.000$). Para esta especie la CL50 obtenida por el análisis Probit-Log fue de 38.304 g/L.

Brachidontes exustus. Se probaron ocho concentraciones salinas, de estas, cuatro superaron el 50% de mortalidad promedio 0, 25, 30 y 35 g/L; el TL50 fue a los 3, 18, 13 y 12 días respectivamente; el TL90 se presentó solo en las concentraciones de 0, 30 y 35 g/L a los 6, 21 y 19 días; y el TL100 se alcanzó para las mismas concentraciones a los 9, 27 y 22 días respectivamente. Las concentraciones 5, 10, 15 y 20 g/L presentaron un incremento de mortalidad continuo hasta los 29 días obteniendo una mortalidad total de 13, 20, 20 y 27 respectivamente. No se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones de cada concentración ($p \leq 0.05$), pero si entre las concentraciones de 0, 30 y 35 g/L con el resto de las concentraciones, y entre 0 g/L con 30 y 35 g/L pero no entre la de 30 g/L con 35 g/L ($p = 0.000$). Para esta especie la CL50 obtenida por el análisis Probit-Log fue de 18.556 g/L



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS:

Psoroniais crocodilorum. Se probaron ocho concentraciones salinas, solo la concentración de 0 g/L no supero el 50% de mortalidad y la de 5 g/L el 90%, el resto de las concentraciones (10, 15, 20, 25, 30 y 35 g/L) alcanzaron el 100%, el TL₅₀ se presentó a los 3, 5, 4, 3, 3, 3 y 3 días respectivamente; el TL₉₀ en las concentraciones de 10, 15, 20, 25, 30, y 35 g/L a los 4, 4, 3, 3, 3 y 3 días respectivamente. No se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones de cada concentración ($p \leq 0.05$), pero si entre la concentración de 0 g/L con el resto de las concentraciones ($p = 0.01$). Para esta especie la CL₅₀ obtenida por el análisis Probit-Log fue de 2.025 g/L y la CL₉₀ de 6.022 g/L



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS:

Distribución de especies sensibles en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta.

Se modeló la distribución potencial de un conjunto de datos ($n=83$) geográficos de gasterópodos del estado de Tabasco bajo tres escenarios climáticos: actuales y futuros (escenarios A2 y B2). Los modelos generados en Maxent arrojaron una adecuada capacidad predictiva ($0.70 < AUC < 0.90$) en todos los escenarios (Tabla 2). Se obtuvo un AUC promedio de $0.882 (\pm 0.005)$ a partir de los datos de calibración utilizados para generar los modelos. Por otro lado, el AUC promedio de los datos de validación fue $0.804 (< 0.01)$ con un valor mínimo de $0.795 (\pm 0.028)$, el cual se encuentra por encima del valor AUC requerido 0.750 (Elith et al. 2006, Phillips et al. 2006). La tasa de omisión obtenida de acuerdo al Minimum training presence para los tres escenarios generados fue menor al 10%.

En relación al porcentaje de contribución relativa de cada variable en la construcción de los modelos, las variables BIO7 (rango anual de temperatura), BIO4 (estacionalidad de la temperatura) y BIO6 (temperatura mínima del mes más frío) contribuyeron con más del 50% en la generación del modelo de distribución para las condiciones actuales. Dentro de los escenarios climáticos A2 (50.4%) y B2 (64.9%), el rango anual de temperatura (BIO7) fue la variable de mayor aportación

Al aplicar la prueba de Jackknife se observó que la variable BIO6 generaba el mayor poder de predicción cuando se analizaba de manera independiente bajo el escenario climático actual ($AUC=0.77$), y los escenarios futuros A2 ($AUC=0.76$) y B2 ($AUC=0.76$). Las variables BIO4 ($AUC=0.74$), BIO11 ($AUC=0.73$), BIO9 ($AUC=0.72$) y BIO7 ($AUC=0.71$), también aportaron capacidad predictiva a los modelos. Aunque las variables BIO8 ($AUC=0.56$) y BIO5 ($AUC=0.48$) registraron valores bajos de AUC, la variable BIO10 fue la que aportó el menor poder de predicción con un valor promedio de $AUC=0.49$



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

RESULTADOS OBTENIDOS:

Resultados por género de gasterópodo

Se obtuvieron un total de 243 registros geográficos distribuidos en seis géneros de gasterópodos acuáticos (*Aroaoyrgus*, *Melanoides*, *Mexinauta*, *Pomacea*, *Pyrgophorus* y *Tarebia*). Los gasterópodos del género *Pomacea* (n=77) fueron los que presentaron el mayor número de registros, seguidos de los gasterópodos del género *Melanoides* (n=64). Las especies del género *Mexinauta* (n=12) y *Pyrgophorus* (n=17) obtuvieron el menor número de registros. Se obtuvo un AUC promedio de 0.806 (± 0.028), para los datos de validación del escenario de clima actual de los géneros: *Aroapyrgus*, *Melanoides*, *Pomacea* y *Tarebia*.

El escenario A2 obtuvo el valor de AUC promedio más elevado (0.815 ± 0.042), seguido del escenario climático B2 con un AUC promedio de $0.809 (\pm 0.056)$. El valor de AUC más alto para los datos de validación fue para los gasterópodos del género *Tarebia* (AUC promedio de 0.870 ± 0.020), seguido del género *Aroapyrgus* (AUC= 0.810 ± 0.006). Los gasterópodos del género *Melanoides* obtuvieron valores de AUC promedio (0.777 ± 0.019) por encima del valor requerido (AUC=0.750) para considerarlos como modelos con adecuada capacidad predictiva.

El umbral de predicción del Minimum Training Presence (MTP) generado mediante la prueba binomial (Jackknife) de Pearson et al (2007) predijo un 91.6% de los puntos para las especies del género *Mexinauta*, mientras que las especies del género *Pyrgophorus* obtuvieron una predicción promedio del 90.1%. De acuerdo a los valores obtenidos ($P < 0.05$), los modelos generados para *Mexinauta* y *Pyrgophorus* en los distintos escenarios climáticos son significativamente diferentes de lo esperado por el azar.



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

PRODUCTOS ACADÉMICOS:

Artículo de revista indexada

Artículo Tolerancia a la salinidad aguda de gasterópodos dulceacuícolas nativos e introducidos de Tabasco, México

Tesis de posgrado

MC Natalia Celia Albarrán Melzer.

Doctorado en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales

Tesis Tolerancia y adaptabilidad de moluscos nativos e introducidos a cambios producidos por cambio climático global de la temperatura y salinidad en el estado de Tabasco.

Asesor Dr. Luis José Rangel Ruiz

Estancias de Investigación: Especificar país, institución receptora, periodo y objetivo de la estancia.

Estudiante de doctorado: Natalia Celia Albarrán Mélzer

País Origen: México

País receptor: Chile

Institución receptora de la estancia de investigación: Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción, Chile (UDEC).

Periodo: 01 de diciembre de 2016 – 02 de febrero de 2017

Objetivo de la estancia: Formación de la alumna en la realización de experimentos de microcosmos en los cuales se evaluará, la respuesta de invertebrados dulceacuícolas ante el aumento en la concentración de sales en el agua.



PROYECTOS CON FINANCIAMIENTO INTERNO

MECANISMO DE DIVULGACION :

Congresos Internacionales

XIX Congreso de la SMBC 2015. Efectos y rangos de tolerancia a la salinidad del caracol invasor *Tarebia granifera* en Tabasco, considerando diferentes escenarios potenciales del cambio climático. Villahermosa Tabasco México, del 24 al 28 de agosto del 2015.

XX Congreso de la SMBC 2016. Tolerancia a la salinidad de moluscos bivalvos a futuras alteraciones por cambio climático global. Cd. Belice, Belice del 22 al 26 de agosto de 2016.

Congresos Nacionales

Semana de difusión y divulgación científica 2015. Determinación de las CL50 y CL90 de la salinidad en *Tarebia granifera* y *Melanoides tuberculata*, bajo condiciones de laboratorio. Villahermosa Tabasco México, del 21 al 25 de septiembre del 2015.