

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>9</b>
	2.1 Estudios sobre CTX en peces del género <i>Sphyraena</i> a nivel internacional.....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
	4.1 Objetivo General.....	<b>15</b>
	4.2 Objetivos Específicos.....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
	7.1 Trabajo de Campo.....	<b>19</b>
	7.1.1 Captura de ejemplares de barracuda ( <i>S. barracuda</i> ).....	<b>19</b>
	7.2 Trabajo de laboratorio.....	<b>21</b>
	7.2.1 Extracción de Ciguatoxinas (CTX).....	<b>21</b>
	7.2.2 Detección de CTX por medio del modelo de bioensayo en ratón (BR) y calculo de toxicidad.....	<b>25</b>
	7.3 Trabajo de gabinete.....	<b>28</b>
	7.3.1 Cálculo de la toxicidad.....	<b>28</b>
	7.3.2 Análisis estadísticos.....	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
	8.1 Colecta de las barracudas capturadas.....	<b>31</b>
	8.2 Cálculo de la toxicidad CTX por medio del modelo de bioensayo en ratón.....	<b>33</b>

8.3	Toxicidad por distribución anatómica (músculo y vísceras).....	41
8.4	Relación entre el peso y la toxicidad en la barracuda según la prueba no paramétrica de Sperman.....	42
8.4.1	Talla y la toxicidad en la barracuda.....	42
<b>9</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
9.1	Concentración de CTX y el nivel de concentración <i>Sphyraena barracuda</i> .....	45
9.2	Distribución anatómica de la toxicidad en la barracuda <i>S. barracuda</i> .....	46
9.3	Relación peso y talla con la toxicidad en la barracuda.....	49
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>11</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>13</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Principales estructuras químicas de las CTX's.....	2
<b>Figura 2:</b> <i>Gambierdiscus toxicus</i> Adachi et Focuyo 1978.....	3
<b>Figura 3:</b> Bioacumulación de CTX en la cadena trófica.....	4
<b>Figura 4:</b> Área de estudio, Isla Mujeres.....	18
<b>Figura 5:</b> Técnicas de pesca realizadas en el presente estudio .....	19
<b>Figura 6:</b> Colecta de muestras .....	20
<b>Figura 7:</b> Diagrama del proceso de extracción de las CTX.....	23
<b>Figura 8:</b> Relación entre talla y peso de la <i>S. barracuda</i> .....	32
<b>Figura 9:</b> Nivel de concentración de CTX en tejidos de la barracuda en aguas adyacentes a Isla Mujeres.....	34
<b>Figura 10:</b> Curva de toxicidad y el tiempo de muerte del ratón.....	35
<b>Figura 11:</b> Frecuencia de los signos clínicos observados en los ratones durante el bioensayo .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Incidencia de casos de Ciguatera en el Caribe.....	13
<b>Tabla 2:</b> Relación de equipos .....	24
<b>Tabla 3:</b> Materiales usados en las extracciones .....	24
<b>Tabla 4:</b> Reactivos usados en las extracciones.....	25
<b>Tabla 5:</b> Signos clínicos en el modelo en ratón para CTX .....	27
<b>Tabla 6:</b> Registro de peso y talla de las barracudas .....	31
<b>Tabla 7:</b> Frecuencia de talla juvenil-adulto de la barracuda.....	32
<b>Tabla 8:</b> Signos clínicos y toxicidad de extractos de barracuda ( <i>S. barracuda</i> ) de Isla Mujeres.....	36
<b>Tabla 9:</b> Tabla de contingencia de las variables tejido y toxicidad.....	40
<b>Tabla 10:</b> Tabla de contingencia de las variables talla y toxicidad.....	42
<b>Tabla 11:</b> Concentraciones de CTX del Caribe y Golfo de México y este estudio.	48

## RESUMEN

La ciguatera es una intoxicación humana provocada por la ingesta de peces arrecifales que habitan zonas tropicales y subtropicales, los cuales a través de la cadena trófica acumulan toxinas marinas liposolubles de tipo polieter llamadas ciguatoxinas (CTX). Esta intoxicación puede derivarse del consumo de peces herbívoros, carnívoros así como posiblemente algunos invertebrados como moluscos y crustáceos. El hombre se intoxica generalmente por consumir los peces portadores de CTX causándole grave daño a la salud a nivel gastrointestinal, cardiovascular y neurológico. Estas toxinas son producidas por especies de dinoflagelados bénticos del género *Gambierdiscus*. Los estudios realizados en México son escasos a pesar de ser un problema de salud muy añejo. Quintana Roo, por su ubicación geográfica, es el único estado de la República Mexicana que se encuentra influenciado por el Mar Caribe y que alberga parte de la segunda barrera arrecifal más importante del mundo. La fauna ictiológica de la región se caracteriza por presentar una alta diversidad de especies de escama, incluyendo a la barracuda (*Sphyraena barracuda*). Es bien sabido que la barracuda es uno de los principales peces vectores de la ciguatera en el Caribe, a pesar de ello, su consumo es apreciado debido a su abundancia, tamaño, palatibilidad, usos y costumbres como recurso alimenticio y fuente de proteína de la población costera. En el presente trabajo se realizó un estudio prospectivo sobre la toxicidad de esta especie para lo cual se analizaron 19 ejemplares de barracuda por medio del modelo del bioensayo en ratón (método oficial en México para el análisis de este tipo de toxinas), colectados en los meses de mayo y julio del 2016 en aguas adyacentes de la zona noroccidental de Isla Mujeres, a los cuales se le tomaron datos merísticos y se les diseccionó para la obtención de los tejidos: músculo y vísceras (hígado, intestinos, bazo y estómago), a partir de los cuales se obtuvieron un total de 36 extractos. Los extractos fueron inyectados intraperitonealmente en ratones albinos, certificados (cepa CD-1 de un peso entre 18-20 g) y los signos clínicos fueron observados en un lapso de aproximadamente 24 horas. Un total de 23 signos clínicos fueron detectados en donde el 38.9% (14) tuvieron concentraciones subletales de CTX; mientras que, el restante 61.1% (22) no presentó signos de intoxicación, considerándose estas muestras como negativas (inocuas). Ninguna muestra presentó concentraciones letales. Los resultados del presente estudio corroboran la presencia de las CTX en la barracuda en esta zona del litoral de Quintana Roo con concentraciones subletales para la temporada de este estudio. Este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones toxinológicas, epidemiológicas y ecológicas sobre la ciguatera en el Caribe mexicano. Es importante considerar la implementación de un mayor número de estudios y divulgación de la temática, lo cual puede auxiliar a la población a evitar riesgos en la salud y pérdidas en la economía de los recursos pesqueros de la región.

**Palabras clave:** Ciguatera, Ciguatoxinas, *Sphyraena barracuda*, bioensayo en ratón, Isla Mujeres, Quintana Roo.