



## Anexo 2

La Tortuga de Cuatrociénegas o Tortuga de Bisagra (*Terrapene coahuila*) únicamente habita en este lugar donde se limita a un reducido número de sitios con las características de hábitat apropiadas. Su área de distribución se ha reducido de 600-800 km<sup>2</sup> en 1960 a tan solo 360 km<sup>2</sup> aproximadamente en 2002. Dentro de esta área la especie solo se reproduce en determinadas pozas, varias de las cuales se han perdido por desecación y cambios en la vegetación. Estos impactos se siguen dando sin que puedan ser mitigados en un futuro cercano.

Existen pocos trabajos realizados con *T. coahuila*, algunos de ellos de hace bastante tiempo. Datos colectados de 1963 a 1967<sup>1 2</sup> indican un rango en la densidad poblacional de esta tortuga de 133-156 individuos por hectárea en algunas localidades. Este reptil habita principalmente en pozas poco profundas y con vegetación asociada, su alimentación se basa en insectos y otros invertebrados, aunque también incluye en su dieta plantas. Brown (1974), estimó el ámbito hogareño de esta especie en 25.6 m. Sin embargo, se han observado individuos que realizan largas travesías cruzando el desierto durante la estación de lluvia, al final de la primavera, verano e inicios de otoño. Muchas de las tortugas monitoreadas en la investigación de Brown (1974)<sup>3</sup> permanecieron en las pozas por periodos de tiempo relativamente largos (7-11 meses), aunque cerca del 20% de las tortugas recapturadas realizaban sus movimientos entre los diferentes cuerpos de agua.

Recientemente se han realizado estudios de campo con *T. coahuila*, enfocándose en sus movimientos de dispersión, ámbito hogareño y estructura poblacional. A principios de los 90 se observó un descenso en los avistamientos de esta tortuga<sup>4</sup>. En estudios de captura y recaptura<sup>5,6</sup>, abarcando dos tercios del hábitat propicio para esta tortuga, se marcaron varios individuos, con una tasa de recaptura del 50 al 80%, una extrapolación de esta cantidad resultó en 2, 500 animales adultos en la zona. Otros resultados demuestran la pérdida de hábitat en los últimos 50 años, así como la importancia y contribución de las poblaciones periféricas de *T. coahuila* en la viabilidad genética de la población. Esta situación es de relevancia ya que se han encontrado importantes diferencias en la composición genotípica de las diferentes poblaciones y un bajo flujo genético entre ellas. De acuerdo a las tendencias en las tasas de contracción geográfica, se ha encontrado que las poblaciones periféricas de esta especie están bajo una gran presión de extinción local. Así mismo, la reducción del hábitat acuático de esta tortuga es la principal razón para catalogarla como una especie en peligro de extinción.

En 2002 investigadores de la Universidad de Texas en Austin localizaron las pozas donde Brown trabajo en los 60s y 70s. Los resultados de su trabajo indicaron que la especie ha desaparecido de alrededor del 40% de su antigua extensión de ocurrencia y al mismo tiempo las zonas de humedales donde se reproducía se han vuelto menos aptas como consecuencia de la desecación y cambios en la estructura de la vegetación. La estructura genética de la especie indica que las poblaciones de varios sitios han estado aisladas por mucho tiempo, lo que ha provocado que la población en general este fragmentada. También se ha observado un declive en la abundancia de *T. coahuila*, de 148 animales/hectárea reportados en 1960, cuando el hábitat potencial de la especie comprendía cientos de hectáreas y por lo tanto su población pudiese haber llegado a 10,000 tortugas adultas, en 2002-2003 se estimó la población total en cerca de 2,500 ejemplares adultos. En un estimado de 15 años (basado en estudios de otras tortugas del Género *Terrapene* y observación de *T. coahuila* en cautiverio) esto significaría una reducción de más del 70% de animales maduros en tan solo tres generaciones, lo que indica que la especie presenta serios problemas para su conservación.

En 2011 con recursos del Programa de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas (PROMOBI) se estableció la distribución de la tortuga de cuatrociénegas, y se determinó la dinámica poblacional de esta especie dentro del APFF Cuatrociénegas.

## OBJETIVO GENERAL

Monitorear a la población de la tortuga de Cuatrociénegas (*Terrapene coahuila*) para conocer su distribución, abundancia, dinámica poblacional y uso de hábitat actual en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, Coahuila.

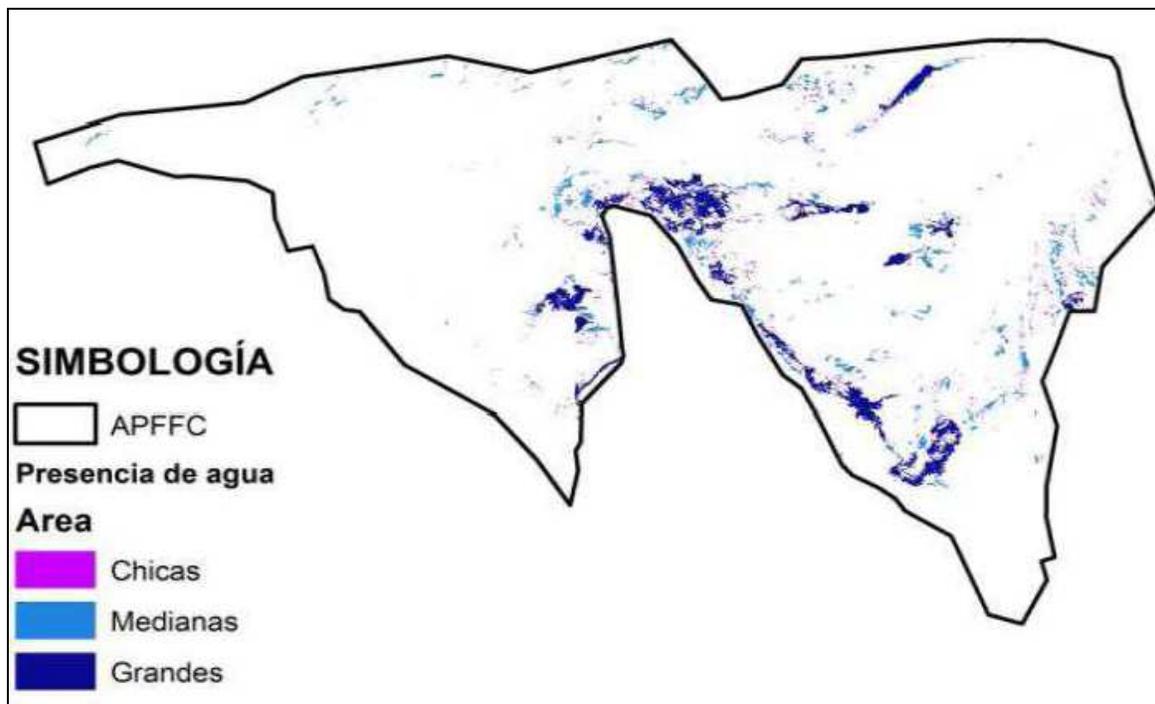
## METODOLOGIA

Se realizarán salidas mensuales al campo, con una duración de cuatro a seis días cada una durante el período de junio a octubre del presente año, inicia semana dos, concluye semana dos, respectivamente.

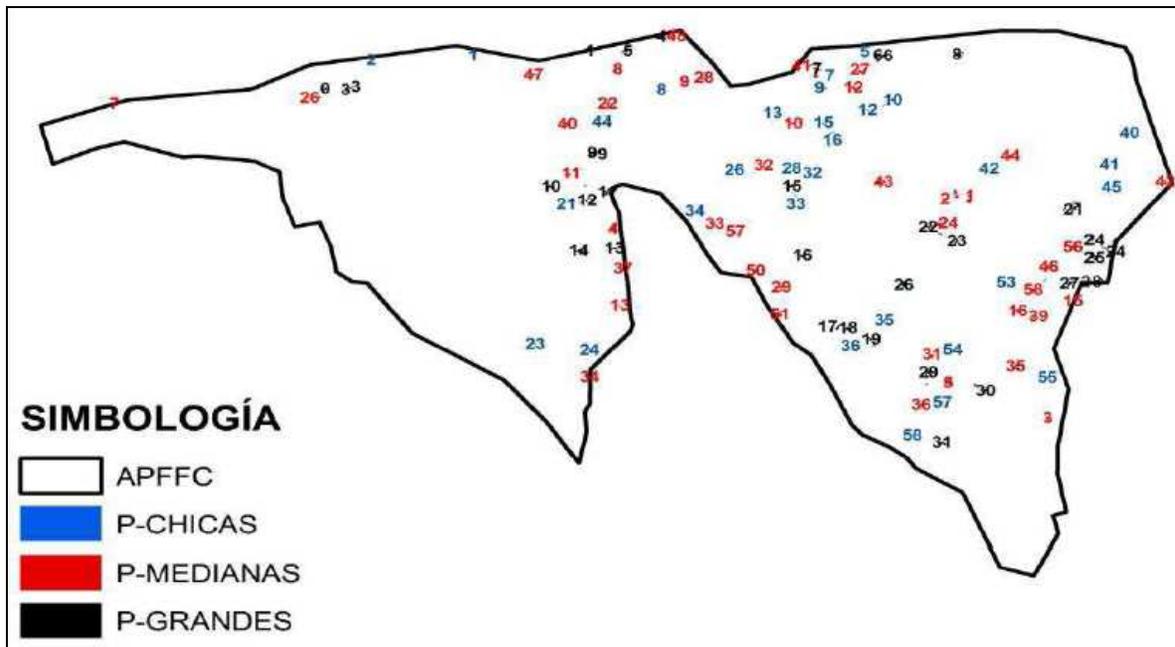
### Distribución y Uso de Hábitat

Debido a que *T. coahuila* está íntimamente relacionada con la presencia de agua, el personal responsable del ANP seleccionó los sitios de muestreo determinando el número total de pozas en el valle utilizando la técnica de humedad por anegamiento en el terreno, con banda infrarroja media del sensor Landsat TM con ayuda del programa ENVI 4.x®. De esta manera, se determinaron las coordenadas del centroide de cada poza, además de calcular la superficie por medio del programa ArcGis9x®.

Se identificaron las áreas con presencia de agua, incluyendo pozas, escurrimientos, acequias y aéreas inundadas por agua de lluvia y se clasificaron por tamaño. Posterior a esta selección se eligió una muestra de sitios con presencia de agua; considerando que los sitios escogidos tuvieran una distribución uniforme a lo largo del valle (Figuras 2 y 3).

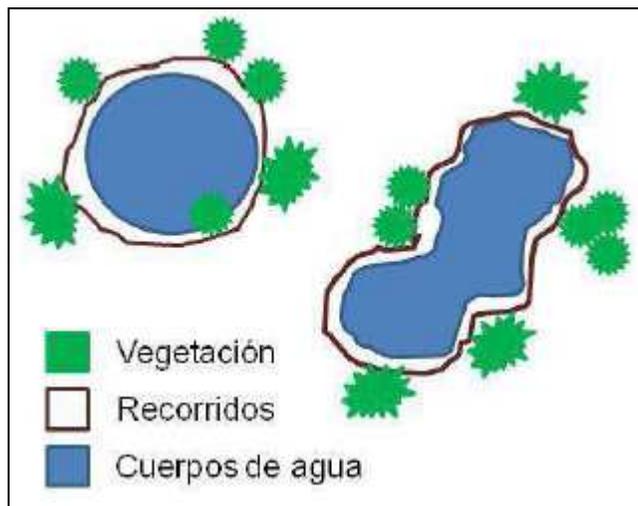


**Figura 2.** Clasificación de cuerpos de agua en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas determinados a partir de la reflectancia de la banda 7 del sensor Landsat TM.

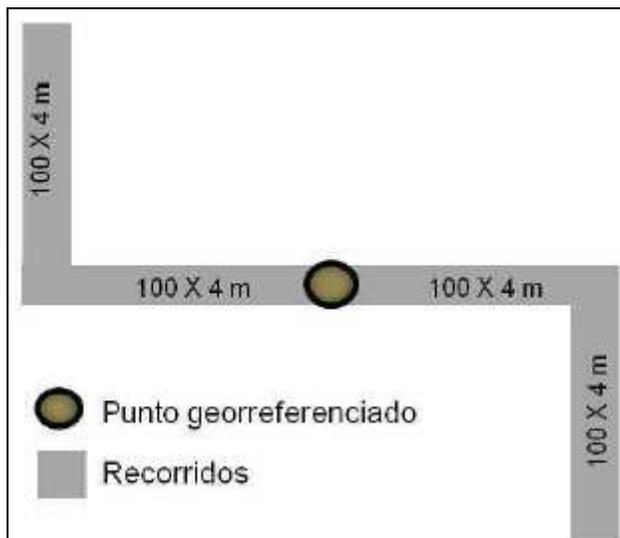


**Figura 3.** Localización del 10% de los cuerpos de agua seleccionados para determinar la distribución y uso de hábitat de *T. Coahuila* en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas.

Una vez seleccionados los sitios, se localizarán en campo con un GPS (Garmin) de acuerdo a las coordenadas. La búsqueda de ejemplares de *T. coahuila* se hará caminando en parejas, si en el sitio hay presencia de un cuerpo de agua, se rodeará la poza en busca de individuos (Figura 4). En caso contrario, se hará un recorrido en forma de *zeta* con ángulos de 90º con 100 metros de largo por lado cubriendo un campo visual de dos metros de ancho cada persona, dirigiéndose al norte, sur, este y oeste respectivamente (Figura 5). Para cada individuo encontrado se registrarán las coordenadas geográficas de su ubicación y las variables biofísicas que se describen tanto de la tortuga como a su hábitat.



**Figura 4.** Recorridos en puntos con presencia de cuerpo de agua.



**Figura 5.** Recorridos en puntos sin cuerpo de agua.

Se registrarán datos de al menos seis variables del microhábitat en un radio de 2.5 m alrededor de la tortuga (cuando se encuentre en tierra) y datos de al menos nueve variables cuando se encuentre en agua. Las variables a considerar cuando la tortuga se encuentre en tierra serán las siguientes:

**Variable**

1. Temperatura del aire
2. Humedad relativa
3. Temperatura del sustrato
4. Tipo de vegetación
5. Distancia al cuerpo de agua más cercano

Las variables a considerar cuando la tortuga se encuentre en agua serán las siguientes:

**Variable**

1. Largo, ancho y profundidad del cuerpo de agua
2. Profundidad a la que se encuentre al individuo
3. Temperatura
4. Ph
5. Distancia al cuerpo de agua más cercano
6. Salinidad
7. Conductividad
8. Tipo de vegetación acuática asociada

Asimismo se registrarán los puntos geográficos donde se encuentren rastros de tortugas muertas (caparzones, huesos, etc.).

Para establecer el patrón de uso de hábitat de *T. coahuila*, se utilizará el método de radio de forrajeo o Índice de Selección. La ventaja de éstos métodos es que permiten analizar

estadísticamente la asociación entre la frecuencia de observación de los individuos con respecto al tipo de sustrato y al tipo de vegetación (terrestre y acuática) que están utilizando los individuos.

### Demografía

Debido a la dimensión de la poza denominada Los Gatos y a la heterogeneidad vegetal que presenta, se ha delimitará únicamente una población de *T. coahuila* dentro de esta zona que será monitoreada mensualmente. En esta población se intensificará la búsqueda de Testudinidos para localizar, capturar temporalmente y medir a cada individuo que es detectado. El marcaje será de tipo permanente mediante muescas en el margen del caparazón siguiendo un orden numérico. Los datos que se registrarán son los siguientes:

#### Variable

1. Localización geográfica
2. Medidas generales de plastrón y caparazón
3. Tipo de vegetación
4. Microhábitat
5. Sustrato
6. Profundidad a la que se encuentre al individuo
7. Humedad relativa

La superficie del sitio de muestreo demográfico es de aproximadamente 30 hectáreas las cuales serán recorridas por dos o tres personas durante un periodo de cuatro a cinco días por mes. El periodo de búsqueda de tortugas durará de 12 a 14 horas por día. Dado que los muestreos se efectuarán mensualmente, se podrá lograr un registro efectivo de los organismos capturados y marcados previamente en cada muestreo. Esto es particularmente importante debido a que permitirá el empleo de diversas técnicas que estiman los parámetros básicos para conocer la tendencia de la población.

### Estructura poblacional

Para establecer la proporción sexual de la población se considerarán las características de los individuos con base en el dimorfismo sexual. Debido a que la edad es complicada de estimar, se tomará en consideración un histograma de frecuencias con base en la talla del caparazón de los individuos. Se consideraran tallas y características de otras especies relacionadas para inferir tallas de *T. coahuila*, cercanas a las etapas de madurez e inmadurez para la construcción de la estructura poblacional.

### Sobrevivencia

Debido a que la sobrevivencia es uno de los atributos más importantes de una población, representa un parámetro cuya evaluación puede mostrar amenazas y necesidades de manejo. En una población abierta donde no se tiene seguimiento constante de los individuos es difícil definir de manera precisa su sobrevivencia (debido a movimientos *interpoblacionales*), sin embargo el seguimiento de la dinámica de una población con base en la presencia o permanencia de los individuos dentro de ésta, puede brindar una estimación confiable de la "sobrevivencia" como un registro de los individuos que permanecen activos (que siguen siendo capturados) durante varios meses. De esta manera, es posible definir el porcentaje de los individuos que sobreviven a lo largo del estudio y si la permanencia (o sobrevivencia) de las tortugas es diferente entre las distintas tallas registradas.

## Anexo 2

### Uso de hábitat y ámbito hogareño (Telemetría)

Para llevar a cabo un análisis detallado de la movilidad de los individuos así como de los requerimientos espaciales, se utilizarán 25 radios modelo TXE-207G con sensores de actividad inactividad con un peso de 10 gr (correspondientes del 5-7% del peso total de la tortuga) y dimensiones de 2.7 x 1.8 x 1.3cm, con un alcance total de 25 km.

Los radios se sujetarán al caparazón de las tortugas utilizando resina epóxica marca “Devcon”. El transmisor se sujetará a un costado del caparazón, se cortarán y pegarán trozos de tubo para acuario del tamaño de los escudos del caparazón y la antena correrá a través de este y alrededor del caparazón en sentido contrario a las manecillas del reloj para evitar deformaciones en el crecimiento del caparazón y para que la antena no interfiera con la biología de la especie. Se realizarán dos periodos de muestreo, uno durante la época reproductiva y otro en época no reproductiva, con una duración de 30 a 45 días cada uno.

Las tortugas con radiotransmisores serán ubicadas mediante el uso de una antena *yagui* de tres elementos y un receptor modelo RX-TLNX. Las localizaciones se realizarán cada 24 horas y se tomarán los datos de hora y fecha de captura, coordenadas de cada individuo y la distancia recorrida entre un día y otro. Para calcular el ámbito hogareño se utilizará el método *Kernel* fijo y el método de polígono mínimo convexo. Semanalmente se tomará un día de lecturas cada hora durante un periodo de 24 horas para observar patrones de actividad y comportamiento a lo largo del día. Finalmente se harán comparaciones entre los dos periodos de muestreo y entre sexos para ver si existen diferencias significativas en los patrones de movimiento y en los ciclos de actividad de la especie así como en los requerimientos de hábitat.

Para promover la participación comunitaria y de los dueños de los predios en el monitoreo de la especie, se realizarán dos talleres de diagnóstico participativo comunitario (con perspectiva de género), para identificar la actitud de los pobladores y usuarios ante la presencia y las perspectivas de conservación de la especie emblemática. Se desarrollará y ejecutará un modelo de participación comunitaria para el seguimiento y evaluación del monitoreo de *Terrapene coahuila*.

Además, la institución u OSC seleccionada deberá coordinarse con el personal del ANP encargado de monitoreo, en todas las etapas del monitoreo biológico de la especie, realizando capacitaciones previas a los trabajos en cuestión.

### Esfuerzo de muestreo, EM

Nos permite comparar resultados obtenidos en años anteriores, esto significa que no se podrá modificar los sitios de muestreo, temporadas de muestreo, ni tampoco se modificará el tiempo y frecuencia utilizado en cada una de las actividades de esta actividad. Por ello es importante detallar el tiempo de las actividades de Monitoreo, ya que esto nos permitirá tener un EM homogéneo y comparable en tiempo y espacio.

## RESULTADOS ESPERADOS

1. Información actualizada sobre el monitoreo ecológico poblacional de la tortuga de Cuatrociénegas basada en el estudio de su distribución, abundancia, dinámica poblacional y uso de hábitat actual en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, utilizando en conjunto los métodos de monitoreo señalados en el presente protocolo.
2. Memoria fotográfica (fotografías con alta calidad -se recomienda que como MÍNIMO tengan 5Mb 800ppp por 800ppp) y de video (formato DVD -Digital Versatile Disc-, AVI -Audio Video Interleaved-, MPEG -Moving Picture Experts Group- y Quicktime player -\*.mp4-) de *T. coahuila*, de las actividades de monitoreo en campo (tanto en el medio terrestre como en las pozas) y el hábitat de la especie, tomando en cuenta las referencias establecidas en la metodología.
3. Informe final del monitoreo biológico, deberá incluir las bases de datos crudas y analizadas. Se sugiere que los responsables del mismo integren sus recomendaciones sobre las mejoras que proponen al protocolo actual de monitoreo, así como el uso de la información para mejorar la conservación de la especie y su hábitat.

<sup>1</sup> Webb, R. G., W. L. Minckley y J. E. Craddock. 1963. Remarks on the Coahuilan Box Turtle, *Terrapene coahuila* (Testudines, Emydidae). Southwestern Naturalist 8(2): 89-90

<sup>2</sup> Brown, W. S. 1968. Natural history of *Terrapene coahuila* a relict box turtle in northern México. Unpubl. M. S. Thesis, Ariz. St. Univ., Tempe, AZ.

<sup>3</sup> Brown, W.S. 1974. Ecology of the aquatic box turtle, *Terrapene coahuila* (Chelonia, Emydidae) with comments on its evolutionary status. Bulletin Florida State Museum 19(1): 1-67.

<sup>4</sup> Cerda, A. y D. Waugh. 1992. Status and management of the Mexican box terrapin *Terrapene coahuila* at the Jersey Wildlife Preservation Trust. Dodo, Journal of the Jersey Wildlife Preservation Trust 28: 126-142.

<sup>5</sup> Dodd, C.K. 2001. North American Box Turtles: a natural history. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.

<sup>6</sup> Stephens, P.R. y J.J. Wiens. 2003. Ecological diversification and phylogeny of Emydid turtles. Biological Journal of the Linnean Society 79: 557-610.

**CALENDARIO DE ENTREGA DE PAGOS Y PRODUCTOS DEL PROTOCOLO**

<b>PRODUCTOS</b>	<b>% DE PAGOS</b>	<b>FECHA DE PAGO</b>
<b>Primer pago</b> Inicio del proyecto	50%	15 días hábiles posteriores a la firma del convenio de concertación
<b>Segundo pago</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Avance de la información actualizada sobre el monitoreo ecológico poblacional de la tortuga de Cuatrociénegas basada en el estudio de su distribución, abundancia, dinámica poblacional y uso de hábitat actual en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, utilizando en conjunto los métodos de monitoreo señalados en el presente protocolo.</li> </ul>	25%	Agosto
<b>Tercer y último pago</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Informe final del monitoreo biológico, deberá incluir las bases de datos crudas y analizadas. Se sugiere que los responsables del mismo integren sus recomendaciones sobre las mejoras que proponen al protocolo actual de monitoreo, así como el uso de la información para mejorar la conservación de la especie y su hábitat.</li> <li>Bases de datos actualizadas en Excel, con los datos tomados en campo, indicando el significado de las abreviaturas, en caso de utilizarlas</li> <li>Memoria fotográfica (fotografías con alta calidad -se recomienda que como MÍNIMO tengan 5Mb 800ppp por 800ppp) y Videos (formato DVD -Digital Versatile Disc-, AVI -Audio Video Interleaved-, MPEG -Moving Picture Experts Group- y Quicktime player -*.mp4-) según sea el caso de las actividades propias del trabajo de campo, así como de los ejemplares registrados tomando en cuenta las referencias establecidas en la Sistematización de la información.</li> </ul>	25%	Octubre

Las fechas de pagos y entrega de productos finales se precisaran al firmar el convenio de concertación respectivo.