

## **Protocolo de Monitoreo No. 22: Monitoreo del Zacatuche (*Romerolagus diazi*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin, en el Distrito Federal y los Estados de México y Morelos.**

### **ANTECEDENTES**

El Corredor Biológico Chichinautzin fue decretada con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna por tres razones fundamentales: 1) su elevada permeabilidad, lo que la convierte en una zona de recarga de acuíferos que se explotan en las principales ciudades del Estado de Morelos, 2) su vulnerabilidad, ya que representa el límite sur del Distrito Federal, por lo que es una zona de amortiguamiento para el Valle de Cuernavaca y 3) sus elementos naturales, tanto florísticos como faunísticos. Se encuentra ubicado en la zona noroeste del Estado de Morelos, sus coordenadas extremas 18°50'30" y 19°05'40"N; 98°51'50" y 99°20'00"W. Se trata de un área natural protegida (ANP) singular, que incluye los Parques Nacionales Lagunas de Zempoala y El Tepozteco unidos por un Área de Protección de Flora y Fauna El Corredor Biológico Chichinautzin, de tal forma que su superficie de 65,722 hectáreas, resulta de la suma de las 37,873.81 hectáreas decretadas como APFF el 5 de diciembre de 1988 y modificada en septiembre del 2000, que sumadas a las 4,561.75 hectáreas de Laguna de Zempoala decretada como tal en 1936, pero con una modificación en 1947 y las 23,286.51 hectáreas de El Tepozteco, decretado en 1937<sup>1</sup>.

El tipo de vegetación que se encuentra en esta ANP, principalmente son: bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, selva caducifolia, vegetación inducida. Las especies representativas de flora son: *Pinus montezumae*, *P. hartwegii*, *P. pseudostrobus*, *P. teocote*, *Quercus centralis*, *Q. crassipes*, *Q. lanceolata*, *Q. obtusa*, *Q. robusta*, *Abies sp.*, *Festuca amplissima*, *F. rosei*, *Stipa ichu* y *Muhlenbergia macroura*. Las especies representativas de fauna son: *Romerolagus diazi*, *Odocoileus virginianus mexicanus*, *Ambystoma altamirani* y *Lynx rufus*.

El Teporingo (*Romerolagus diazi*), también llamado tepol, tepolito, zacatuche, burrito entre otros, es una especie endémica de México, la cual se distribuye en una región muy limitada del centro de México sobre el sistema volcánico transversal. Esta especie se considera como primitiva por sus características óseas, es el lagomorfo de menor tamaño que habita el territorio mexicano (30 centímetros en su edad adulta), y uno de los lagomorfos más pequeños del mundo. El género *Romerolagus* se considera un género monotípico, es decir de una sola especie. Esta especie desde hace más de 20 años, se encuentra catalogado en peligro de extinción, por la lista de CITES (Convención on International Trade in Dangerous Species of Fauna and Flora), el Patrimonio Mundial Natural de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y la NOM-059-SEMARNAT-2010<sup>2</sup>.

En 2011 con recursos del Programa de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas se avanzó en estimar la abundancia relativa de la especie y su distribución.

### **OBJETIVOS**

- Estimar la densidad y abundancia relativa de *Romerolagus diazi* en hábitats con perturbación evidente (zonas agrícolas) y hábitats relativamente conservados dentro del Corredor Biológico Chichinautzin.
- Determinar la distribución y abundancia de nuevas poblaciones de *R. diazi* dentro del Corredor Biológico Chichinautzin y caracterizar el hábitat que ocupan.

- Generar modelos de conectividad de hábitat para proponer estrategias de las poblaciones de *R. diazi* y de su hábitat.

## METODOLOGÍA

**Densidad y abundancia de *R. diazi* en relación con la perturbación del hábitat:** Se deberán realizar los muestreos en dos áreas en las que un estudio previo se reportó la presencia de organismos (Guerrero y Rizo-Aguilar, 2006<sup>3</sup>). De acuerdo con las características de estas áreas se dividieron en:

- **Hábitat con Perturbación:** Es una zona con el hábitat fragmentado debido principalmente al pastoreo y al cultivo de avena, presenta una cobertura de zacatonal menor a 70%, y cercana a los caminos de tránsito de las comunidades establecidas dentro del corredor.
- **Hábitat sin perturbación:** menor fragmentación, densa cobertura de zacatonal, sin zonas de cultivo y escaso o nulo pastoreo.

### Densidad poblacional

Para estimar la densidad del zacatuche se deberá utilizar el método de Trayecto en línea (Burnham *et al* 1980<sup>4</sup>). En cada una de las dos áreas seleccionadas se establecerán cuatro transectos de recorrido, con una longitud de 1,000 m cada uno, los cuales serán recorridos a pie por dos personas para tener una mejor visibilidad hacia los lados y frente del transecto. Estos recorridos se deberán realizar entre las 7:30 y las 10:30 a.m., quincenalmente. En cada recorrido se registrarán los individuos localizados sobre la línea y a ambos lados de esta, se medirá la distancia perpendicular al transecto de cada avistamiento.

La densidad poblacional se deberá estimar usando la longitud de los transectos, los registros visuales y a las distancias perpendiculares a los sitios de avistamiento. Se utilizará el método de *Las Distancias Euclidianas*.

Para estimar la densidad se deberán considerar cuatro modelos sugeridos por Regan *et al* (2005)<sup>5</sup>. Los cuatro modelos utilizan una función clave para ajustar la función de detección y una forma

Mes	Área Perturbada		Área conservada	
	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto
Abril				
...				
Octubre				
<b>Total</b>				

flexible no paramétrica llamada serie de expansión que ajusta la función clave.

**Cuadro 1.** Individuos observados en los recorridos clasificados en juveniles y adultos

### Abundancia relativa

Para estimarla se deberá utilizar el método de conteo de excretas, el cual ha sido utilizado con éxito para estudios extensivos de otros lagomorfos (Fa, *et al*, 1992<sup>6</sup>; Velásquez, 1994<sup>7</sup>). Para esto, en cada uno de los transectos de recorrido se establecieron, a intervalos de 50 m, cinco líneas perpendiculares de 50 m de longitud, en las que se deberán distribuir áreas de 1m<sup>2</sup> separadas cada 10 m, sumando un total de 25 puntos por cada transecto. En cada una de estas áreas se deberán recoger quincenalmente, de abril a octubre, todas las excretas que sean depositadas

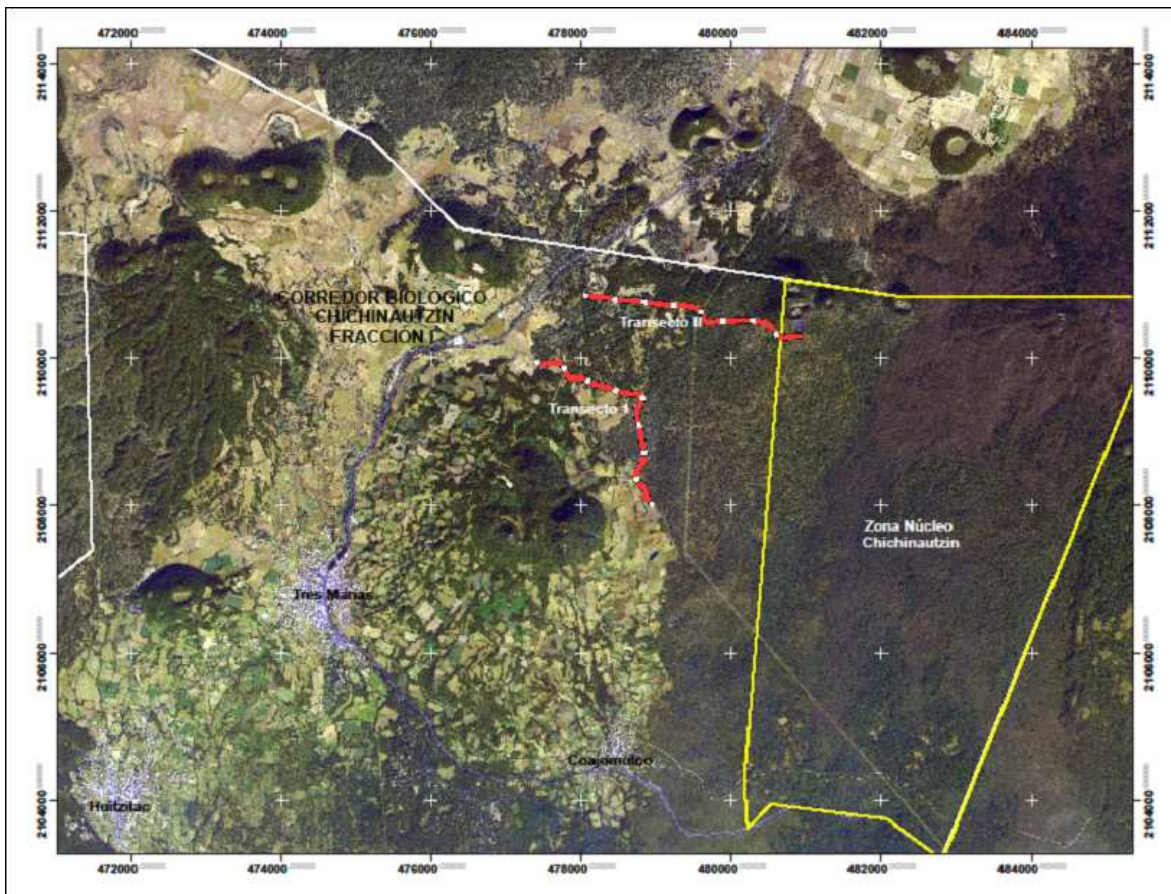
## Anexo 2

dentro, de tal manera que el área quede completamente limpia. En total se deberán obtener datos de 200 puntos, 100 del área conservada y 100 del área perturbada.

**Cuadro 2.** Cantidad de excretas colectadas de individuos juveniles y adultos observados en los recorridos

Mes	Hábitat Perturbado		Hábitat conservado	
	Juvenil	Adulto	Juvenil	Adulto
Abril				
...				
Octubre				
<b>Total</b>				

El personal responsable de las ANP llevo a cabo la selección de los sitios de muestreo a través del programa Arc View versión 9.2 utilizando Ortofotos Digitales del año 1995, Escala 1:20,000 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), imágenes satelitales tipo Landsat del año 2005 y coberturas de vegetación del año 2000 elaboradas en la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Se seleccionaron de forma aleatoria utilizando las proyecciones UTM y datum horizontal en WGS 84. Como resultado de lo anterior, se establecieron dos transectos (Ver Figura 1), con una longitud de: 3,496 y 3,295 metros, con un gradiente altitudinal que va de los 2900 a 3100 msnm. La vegetación de uno de los transectos presenta bosque de pino, pino-oyamel y zacatonal; mientras que la zona perturbada se encuentra rodeada por cultivos de avena y cinturones de zacatonal. Los recorridos se deberán llevar a cabo entre las 07:30 a 10:30 horas a.m, contabilizando un registro de la ausencia o presencia de estos lagomorfos.



**Figura 1.** Transectos de muestreo en la APFF Corredor Biológico Chichinautzin

### Estructura de edades

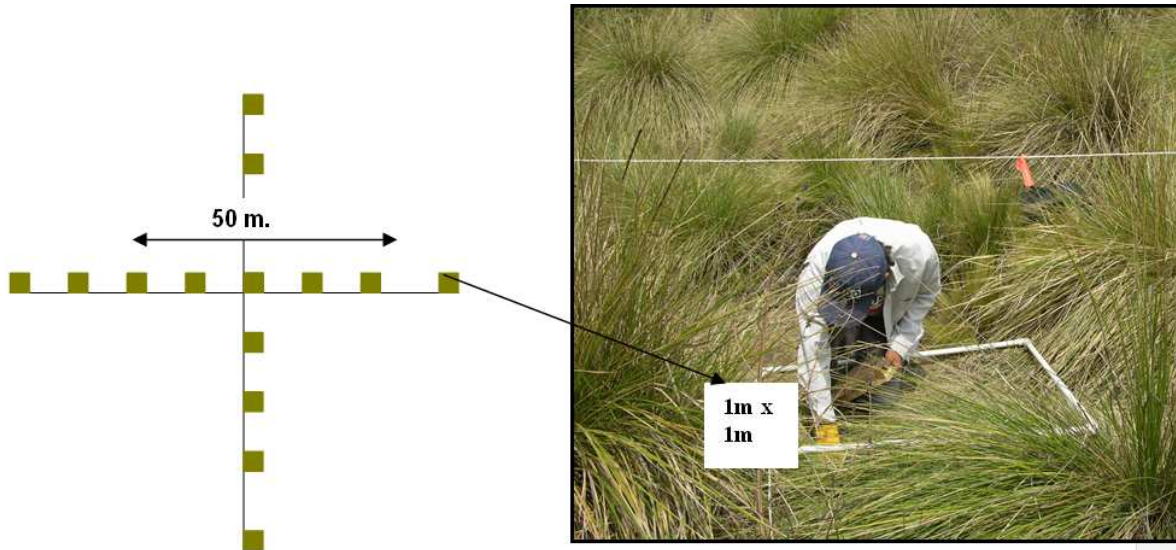
Todas las excretas recogidas en los cuadrantes deberán medirse con ayuda de un vernier digital y posteriormente clasificarlas en dos categorías de edad (adultos y juveniles) en función del diámetro de las excretas. De esta forma se obtendrá la proporción mensual de excretas de individuos juveniles y adultos como una medida indirecta de la estructura de edades de la población.

Para llevar a cabo la anterior actividad se deberá comparar las excretas de especímenes juveniles y adultos de una colonia de zacatuches en cautiverio. Lo anterior, será para determinar los criterios que correspondan a zacatuches juveniles y adultos.

#### 1) Registro y abundancia de nuevas poblaciones

Para conocer la ubicación de poblaciones no registradas previamente dentro del ANP se deberán hacer recorridos en sitios con hábitat potencial para la especie para confirmar su presencia ya sea por avistamientos o por registro de excretas. Una vez localizados los sitios con poblaciones no registradas, se deberán georeferenciar. Además, en cada sitio se deberán trazar dos transectos de 50 m de longitud, como se muestra en la Figura 2, donde se contabilizarán el número de letrinas de *Romerolagus diazi* presentes en la superficie como medida de la abundancia relativa de la población.

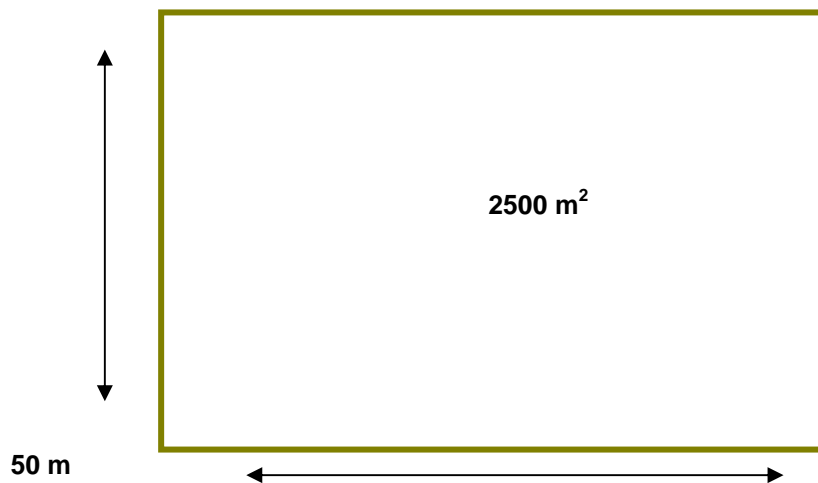




**Figura 2.** Diseño para la recolección de excretas

**Conteo de letrinas**

Para este método se trazaron cuadros de 50 x 50 m, cubriendo en total un área de 2 500 m<sup>2</sup>, donde se hizo una revisión exhaustiva contando el número de letrinas (Figura 3). Siguiendo a Cervantes (1994) se consideró como letrina al grupo de excretas con más de 30 pellets (Figura 4).



**Figura 3.** Diseño para el conteo de letrinas

### Caracterización del hábitat

Para caracterizar el hábitat se deberán elegir 10 individuos por cada especie de flora (vegetación), de los estratos arbóreo y herbáceo, se les tomarán los siguientes datos (Cuadro), el cual se deberá generar por medio del muestreo de vegetación se está realizando en los mismos puntos elegidos para el conteo de letrinas y recolección de excretas.

**Cuadro 3.** Información sobre las especies de flora en dos estratos, arbóreo y herbáceo

Especie	Estrato		Altura	Cobertura a la altura del pecho (solo en árboles)	Diámetro a la altura del pecho (solo en árboles)	Cobertura vegetal	Riqueza
	Arbóreo	Herbáceo					

Para el análisis estadístico se deberán utilizar estimadores no paramétricos, para los cuales se deberá integrar una base de datos de presencia-ausencia y abundancia, esta base de datos será para cada transecto. En el análisis de variación mensual se tiene que utilizar un modelo lineal generalizado de medidas repetidas, utilizando como variables dependientes los conteos de individuos. Se recomienda utilizar el programa *Statistica v6.0*.

### 2) Desarrollo de un modelo de hábitat y conectividad de las poblaciones de zacatuche.

Para esto deberá generarse un Sistema de Información Geográfica (SIG), haciendo una interpretación de una imagen de satélite de años recientes (2009 – 2010) e identificando hábitats disponibles que pueden ser potencialmente usados o habitados por los teporingos, así como los corredores que los conectan.

La dispersión y movimientos de los zacatuches debe simular aplicando un Modelo de Movimientos Basados en Individuos y utilizando el programa SAMT (Spatial Analysis and Modeling Tool). Los movimientos de los zacatuches virtuales se realizarán en un paisaje de hábitat disponible desarrollado mediante la teoría de conjuntos difusos. Los corredores se deberán identificar mediante la sobreposición de los movimientos de dispersión de los zacatuches de las distintas poblaciones usando ArcView v3.2.

### Levantamiento y Sistematización de la información

**Cuadro 4.** Programación de Actividades de monitoreo

Transecto	Horario	Actividad	Periodicidad	Mes de inicio	Mes de término
1	7:30 a 10:30 a.m.	Recorridos por transectos registrando la ausencia o presencia de esta especie (dos veces al mes)	Quincenal		
2					
...					

**Cuadro 5.** Registro de datos para las actividades de monitoreo

Fecha de monitoreo	Hora de inicio monitoreo	Hora de fin monitoreo	Coordenadas UTM Transecto	
			X	Y
dd/mm/aaaa	00:00	00:00		

Transecto	Longitud de transecto	Distancia perpendicular a transecto	Ángulo al transecto	Presencia o ausencia de individuos	No. de Individuos	Otras observaciones (Excretas, letrinas, etc.)

**Esfuerzo de muestreo.** Éste permitirá comparar los resultados obtenidos, esto significa que no se podrá modificar el número de transectos, la periodicidad, ni tampoco se modificará el tiempo utilizado en cada una de las actividades de Monitoreo, por mencionar algunas. 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. Documento en Word y en Excel (bases de datos en crudo) con la estimación actualizada de la abundancia relativa de la especie, así como con los análisis para evaluar las diferencias significativas en las abundancias de las población del Zacatucho (*Romerolagus diazi*) mensual y el por qué.
2. Documento en Word y en Excel (bases de datos en crudo) con la estimación actualizada de la densidad relativa de la especie, así como la comprobación de las diferencias significativas en la población del Zacatucho (*Romerolagus diazi*) en dos periodos anuales que corresponden a los meses de abril a octubre, y el por qué.
3. Documento en Word y en Excel (bases de datos en crudo) con información actualizada sobre la Estructura de edades del Zacatucho (*Romerolagus diazi*).
4. 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, tomando en cuenta las referencias establecidas en la Sistematización de la información.
5. En el informe final del monitoreo biológico deberá incluir las bases de datos crudas y analizadas, conforme se solicito la información requerida en el presente protocolo. 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> [www.cib.uaem.mx/chichinautzin/chichinautzin.htm](http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/chichinautzin.htm)

<sup>2</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*.

<sup>3</sup> Guerrero, J. A. y Rizo-Aguilar, A. Estudio poblacional de *Romerolagus diazi* en el Área de protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Informe Técnico. CONANP. 2006.

<sup>4</sup> Burnham, K. P., Anderson, D. R. y Laake, J. 1980. *Estimation of density from line transect sampling of biological populations*. Wildlife Monographs. 72:1-202.

<sup>5</sup> Regan, E., Fritz, L. y Stanley H. 2005. *Minimum population size of mountain plovers breeding in Wyoming*. Wilson Bulletin. 117 (1): 15-22.

<sup>6</sup> Fa, J. E., Romero, F. J. y López-Paniagua, J. 1992. Habitat use by parapatric rabbits in a mexican high-altitude garssland system. *Journal of Applied Ecology*. 29: 357-370.

<sup>7</sup> Velázquez, A. 1994. Distribution and Population size of *Romerolagus diazi* on el pelado Volcano. México. *Journal of Mammology*. 75. (3): 743-749.



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

PRODUCTOS	% DE PAGOS	FECHA DE PAGO
<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 la estimación de la abundancia relativa de la especie, así como con los análisis para evaluar las diferencias significativas en las abundancias de las población del Zacatucho (<i>Romerolagus diazi</i>).</li> <li>Avance estimación de la densidad relativa de la especie, así como la comprobación de las diferencias significativas en la población del Zacatucho (<i>Romerolagus diazi</i>)</li> </ul>	25%	Agosto
<b>Tercer y último pago</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Documento en Word y en Excel (bases de datos en crudo) con la estimación actualizada de la abundancia relativa de la especie, así como con los análisis para evaluar las diferencias significativas en las abundancias de las población del Zacatucho (<i>Romerolagus diazi</i>) mensual y el por qué.</li> <li>Documento en Word y en Excel (bases de datos en crudo) con la estimación actualizada de la densidad relativa de la especie, así como la comprobación de las diferencias significativas en la población del Zacatucho (<i>Romerolagus diazi</i>) en dos periodos anuales que corresponden a los meses de abril a octubre, y el por qué.</li> <li>Documento en Word y en Excel (bases de datos en crudo) con información actualizada sobre la Estructura de edades del Zacatucho (<i>Romerolagus diazi</i>).</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, tomando en cuenta las referencias establecidas en la Sistematización de la información.</li> <li>En el informe final del monitoreo biológico deberá incluir las bases de datos crudas y analizadas, conforme se solicito la información requerida en el presente protocolo. 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> </ul>	25%	Primera quincena de noviembre

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