Formato para la Presentación de los

Resultados de Monitoreo de Ocupación de Especies

Emiliana Isasi-Catalá
Robert Wallace
Galo Zapata-Ríos
Robert Márquez
Isaac Goldstein

Wildlife Conservation Society

Minka - 2019

Redacción técnica
EMILIANA ISASI-CATALÁ (WCS Perú),
ROBERT WALLACE (WCS Bolivia),
GALO ZAPATA-RÍOS (WCS Ecuador),
ROBERT MÁRQUEZ (WCS Colombia),
e ISAAC GOLDSTEIN (WCS Programa Oso Andino)

Colaboración
CLAUDIA ACOSTA
(Asistente de Gestión del Conocimiento, Andes-Amazonia-Orinoquia)
MARIANA VARESE
(Directora, Paisajes Amazónicos y Proyecto Ciencia Ciudadana para la Amazonia)

Corrección de estilo
IRINA MELGAR

Diseño y diagramación
JOAQUÍN SANCHO

Agradecimientos
Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del
Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP del Perú,
el Servicio Nacional de Áreas Protegidas – SERNAP de Bolivia, Ministerio del Ambiente de Ecuador,
Parques Nacionales Naturales de Colombia y la Alianza para la Conservación del Oso Andino

ANDEAN BEAR
CONSERVATION ALLIANCE

WCS · Cleveland Metroparks Zoo · Saint Louis Zoo Animals Always · Bear Specialist Group · Bear TAG

Cita sugerida: Isasi-Catalá E., Wallace R., Zapata-Ríos G., Márquez R. y Goldstein I. 2019.
Formato para la Presentación de los Resultados de Monitoreo de Ocupación de Especies.
Lima: Wildlife Conservation Society.

Presentación

Durante los últimos 10 años y en colaboración con las autoridades de áreas protegidas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, WCS ha venido utilizando exitosamente modelos de ocupación para evaluar el estado de las poblaciones de especies paisaje y/o especies objeto de conservación en áreas protegidas.

Sin embargo, hemos observado que la divulgación de los resultados obtenidos a partir de estos modelos ha sido limitada, dificultando el intercambio de experiencias, y por lo tanto, el desarrollo y difusión de metodologías útiles para el estudio y monitoreo de especies clave de fauna silvestre.

Frente a este desafío, los autores han liderado un proceso de intercambio, diálogo y reflexión en conjunto con científicos, personal y autoridades de áreas protegidas y otros actores clave en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Este proceso permitió compartir experiencias y aprendizajes en el uso de modelos de ocupación y discutir sobre posibles herramientas que comuniquen de una manera clara, sencilla y directa, los resultados de los modelos de ocupación a los distintos socios y actores de la región. Así, los autores desarrollaron la herramienta llamada "Formato para la Presentación de los Resultados de Monitoreo de Ocupación de Especies".

ES UNA HERRAMIENTA PARA COMUNICAR DE MANERA RÁPIDA Y EFECTIVA LOS RESULTADOS DE LOS MODELOS DE OCUPACIÓN DE DISTINTAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE, PARA QUE SEAN UTILIZADOS CON UN ENFOQUE DE MANEJO ADAPTATIVO PARA SU CONSERVACIÓN.

La herramienta permite la rápida visualización, entendimiento y utilización de los resultados de los modelos de ocupación en la toma de decisiones. Lo hace de forma tal que los distintos actores involucrados en la conservación de las especies puedan utilizar esta información para la toma de decisiones. El presente documento explica en detalle la estructura y la implementación recomendada para el Formato para la Presentación de los Resultados de Monitoreo de Ocupación de Especies.

Este esfuerzo posible gracias a **Minka** –la iniciativa para el intercambio de conocimientos que nace del programa Andes-Amazonía-Orinoquía de WCS, con el fin de fortalecer las capacidades de WCS, y la comunidad de conservación en general, para generar y compartir conocimiento, lecciones aprendidas y buenas prácticas, así como crear nuevos modelos innovadores para la conservación.

Introducción

Como parte de sus metas, WCS ha venido trabajando en el desarrollo, la evaluación e implementación de nuevas herramientas que promuevan programas de monitoreo eficientes y efectivos para la toma de decisiones en conservación. Aunque a nivel de especies, la abundancia es el atributo generalmente empleado para evaluar el estado de las poblaciones, su estimación suele estar asociada a altos grados de incertidumbre.

Esto puede atribuirse, principalmente, a limitaciones logísticas para alcanzar esfuerzos de muestreo adecuados para estimaciones confiables, más aún cuando las especies, por naturaleza, son difíciles de detectar o cuando las áreas de estudio son de difícil acceso. Por esta razón, en la última década, WCS ha trabajado en la evaluación del estado de las poblaciones de especies a través de modelos de ocupación (MacKenzie et al., 2002, 2006; Royle y Nichols, 2003), como parte de una estrategia de búsqueda de alternativas eficientes, de bajo costo y fácil implementación, que permitan detectar cambios de manera robusta en las poblaciones de especies de interés.

Los modelos de ocupación son modelos jerárquicos, basados en datos de detección/no-detección de los individuos de una población, los cuales permiten la estimación de su detectabilidad o probabilidad de detección, y con esta la estimación de la probabilidad de que una especie esté presente en un sitio o unidad de muestreo a pesar de no ser detectada. Para ello, lo modelos requieren el muestreo repetitivo (*j* visitas, donde *j* = 1, 2, 3... *K*) de un número *S* de unidades o sitios de muestreo *i* (*i* = 1, 2, 3... *S*), para la estimación de la probabilidad de detección (p) y ocupación de la especie (psi) (MacKenzie et al., 2002, 2006; Royle y Nichols, 2003). Adicionalmente, estos modelos permiten entender la variabilidad en la detección y ocupación de las espe-cies, al evaluar el efecto de factores asociados tanto a los sitios de evaluación como a las visitas, a partir de covariables. Estas características de los modelos de ocupación los hacen particularmente eficaces en cuanto a su uso para la toma de decisiones en conser-vación y manejo, ya que permite evaluar el impacto tanto de las amenazas como de las intervenciones de manejo sobre el estado de conservación de las poblaciones de las especies.

La versatilidad y utilidad de los modelos de ocupación han permitido que estos se usen en la evaluación del estado de las poblaciones de muchas especies. Actualmente, la ocupación es la medida más usada para la evaluación del estado de las poblaciones de mamíferos medianos y grandes en los distintos programas nacionales de WCS, en la Región Andes - Amazonía – Orinoquía.

Fotografía: Diego Pérez

Los resultados de muchos de estos trabajos han sido clave en la evaluación del estado de las poblaciones de especies como el oso andino, ungulados y grandes roedores, así como para conocer los factores que inciden en la ocupación de estas especies paisaje. Sin embargo, la presentación de los resultados de estas evaluaciones requiere el manejo de datos estadísticos e información que no siempre facilita su interpretación para la toma de decisiones en conservación. Generalmente los resultados se presentan en extensos informes que manifiestan detalles técnicos importantes pero que no permiten que los mismos sean de amplia utilización por los tomadores de decisiones.

EL OBJETIVO DE ESTE DOCUMENTO ES LA CONCEPTUALIZACIÓN DE UNA FICHA O FORMATO DE PRESENTACIÓN DE LOS MODELOS DE OCUPACIÓN EN UN FORMATO DE RESUMEN EJECUTIVO QUE PERMITA LA RÁPIDA VISUALIZACIÓN, ENTENDIMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LA TOMA DE DECISIONES EN CONSERVACIÓN.

El formato está diseñado para acompañar los informes técnicos, no para sustituirlos, así la ficha deberá ser utilizada para resumir los resultados más importantes de las evaluaciones realizadas a partir de modelos de ocupación, con el propósito de facilitar la toma de decisiones. ■

Conceptualización y estructura de la Ficha

A nuestro criterio, y enfocándonos en el manejo y la conservación de especies, los principales objetivos del uso de los modelos de ocupación para el monitoreo son: 1) evaluar el estado de la población de una especie particular, 2) identificar y evaluar los factores que la afectan (incluyendo amenazas y acciones de manejo) y 3) detectar cambios en el estado de conservación de la especie, identificando posibles causas, con el fin último de tomar decisiones de manejo basadas en dicha información.

PRINCIPALES OBJETIVOS

Para lograr cada uno de estos objetivos, tenemos que obtener diferentes tipos de información, como: 1) los estimados de ocupación del área de estudio y de cada unidad de muestreo, 2) el efecto de las covariables de sitio y detección sobre la ocupación y detección de la especie y 3) la potencia estadística alcanzada dado el esfuerzo de muestreo implementado, y la ocupación alcanzada por un modelo nulo que asume homogeneidad en la ocupación de la especie, para así garantizar la detección de cambios.

El primer objetivo del uso de modelos de ocupación (evaluar el estado de la población de una especie particular) solo requiere la estimación de la ocupación del área de estudio y de cada unidad de muestreo. Si el estado de la población de la especie obtenido a partir de estos estimados de ocupación se considera adecuado , el objetivo del manejo será mantener dicho estado de conservación lo más cercano a su nivel actual. Si el estado de conservación de la población en la línea base no se considera adecuado, las intervenciones de

manejo deberán estar enfocadas en cambiar ese estado a uno considerado como adecuado. **El segundo objetivo** (identificar y evaluar los factores que afectan la población de una especie en particular) requiere la identificación de factores espaciales y temporales que generen heterogeneidad en la ocupación de las especies, lo que implica proponer hipótesis del efecto de las características físicas y biológicas del área de estudio, de las amenazas y de las acciones de manejo. Es por ello que la evaluación de covariables permite identificar factores que explican la ocupación de la especie, determinando las causas y la magnitud del efecto. Adicionalmente, estas evaluaciones permiten identificar con mayor facilidad las acciones que creemos nos ayudarían a cambiar el estado de las poblaciones a uno definido como más adecuado, o a identificar factores que pudieran amenazar el estado de conservación de las poblaciones que actualmente se encuentran en buen estado.

Finalmente, para lograr **el tercer objetivo** (detectar cambios en el estado de conservación de la especie, identificando posibles causas) se requerirá que las estimaciones obtenidas de ocupación y detección de la especie, bajo un esfuerzo de muestreo específico, alcancen niveles de potencia estadística que permitan la detección de cambios, en caso de que estos ocurran en las poblaciones evaluadas. De los tres objetivos, este es el más complejo de alcanzar, ya que requiere la comparación de las estimaciones de ocupación de cada temporada de monitoreo con respecto a una temporada anterior o a un estimado obtenido como línea base del estado de las poblaciones. Dado que tanto los estima-dores de la ocupación como de la detección serán determinados a través de un muestreo, estos tendrán un grado de incertidumbre asociado (errores estándar asociados a la estimación), y alcanzarán una potencia y significancia específica que podría o no permitir la detección de cambios. Una manera de obtener estima-dores con un nivel de incertidumbre aceptable, y con potencias estadísticas necesarias para la detección de cambios, es a partir del establecimiento de un diseño de muestreo adecuado. Para ello, es necesario considerar tanto el número de réplicas (representada por los sitios en los modelos de ocupación) como el esfuerzo realizado para la detección de las especies (relacionado con los métodos de detección y la definición de las visitas).

Todas estas posibles evaluaciones, útiles para la toma de decisiones, dependen del análisis e interpretación de una serie de datos generados a partir de los modelos de ocupación. Por tanto, uno de los retos para facilitar el uso de esta información es tener la capacidad de presentarla de manera concisa y enfocada en la pregunta de conservación y manejo que se aborda, sin perder los detalles técnicos del modelo poblacional utilizado para sustentar la toma de decisiones.

En esta ficha de resultados, debemos presentar la información, de modo que responda a los objetivos anteriormente mencionados, facilitando la toma de decisiones, y resumiendo los detalles técnicos de los resultados del monitoreo.

Por tanto, la ficha está dividida en las siguientes partes: 1) objetivo del monitoreo, 2) resultados e implicaciones de manejo (resultados finales del estado de conservación de la población y sus cambios potenciales, así como la evaluación de los factores que afectan el estado de la población y el manejo resultado de dicho estado), 3) metodología (información del diseño del muestreo utilizado para la obtención de los datos, los parámetros estadísticos utilizados para los análisis y los resultados técnicos más importantes que sustentan los resultados de la evaluación del estado de conservación), y 4) resultados del modelo de ocupación (detalles técnicos de los resultados de los modelos de ocupación). Cada una de las secciones ha sido concebida como módulos independientes que puedan ser usados para la construcción y presentación de informes. ■

Descarga la ficha aquí

Contenido de la Ficha de Resultados del Monitoreo de Ocupación

TÍTULO

En esta sección se presenta la especie, el ámbito geográfico y las temporadas de evaluación (Cuadro 1). En muchos reportes e informes el título no es considerado como parte de la estructura de un reporte de resultados, sin embargo, en esta propuesta resume información importante del monitoreo. Las temporadas son de particular interés ya que su número determina si estamos reportando la evaluación de la línea base (una temporada) o estamos reportando un proceso de monitoreo (varias temporadas) en donde ya hemos evaluado los cambios en la ocupación dadas unas intervenciones de manejo.

Cuadro 1: EJEMPLO DE TÍTULO

RESULTADOS DEL MONITOREO DE LA OCUPACIÓN DEL SAJINO (*Pecari tajacu*) EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL COMUNAL TAMSHIYACU TAHUAYO: 2016

OBJETIVO DEL MONITOREO

En esta sección se presenta el ¿qué? y ¿por qué? del programa de monitoreo propuesto (Cuadro 2). El ¿qué? señala lo que se está evaluando y el ¿por qué? representa el problema de conservación y manejo que estamos abordando. El objetivo de monitoreo se presenta a partir del planteamiento del **problema de conservación y/o manejo**, así como el **objetivo del monitoreo** *stricto sensu*. Al describir el problema de conservación y/o manejo se debe incluir de manera explícita el estado de conservación deseado de la especie en cuestión (objetivo de conservación o meta de manejo), los factores directos que afectan el estado de la especie (amenazas), los factores contribuyentes que generan los efectos, así como las estrategias de manejo propuestas para reducir los efectos negativos identificados.

Esta información es fundamental para el establecimiento del diseño de muestreo (selección de área de muestreo y distribución de las unidades de muestreo), así como para el planteamiento de las hipótesis que serán puestas a prueba a partir del ajuste de covariables de sitio y detección en los modelos de ocupación. Por otra parte, el objetivo del monitoreo establece el cambio que se espera poder detectar, si este en realidad ocurre, así como la incertidumbre que estamos dispuestos a aceptar en relación con la ocurrencia real del cambio. Esto dependerá del diseño de muestreo y está relacionado con la definición de la magnitud y tipo de cambio, así como con el nivel de potencia y significancia mínimo que se debe alcanzar para poder evaluar estos cambios con certeza.

Cuadro 2: EJEMPLO DE OBJETIVO DE MONITOREO

OBJETIVO DEL MONITOREO
En el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT), desde hace más de 10 años, cuatro comunidades establecieron acuerdos de manejo para regular los niveles de extracción de recursos naturales: Buena Vista, El Chino, San Pedro y Diamante 7 de Julio (20 % de las poblaciones humanas asociadas al ACRCTT). El sistema de cacería del ACRCTT es oportunista, estando el aprovechamiento limitado por los acuerdos de caza que definen los niveles y áreas de extracción. La cacería se realiza en zonas de caza definidas en estos acuerdos, asumiéndose que estas son respetadas por las comunidades. Se asume que los niveles de extracción satisfacen las necesidades de las comunidades, permitiendo la sostenibilidad socioeconómica de la extracción. Se asume que las comunidades cumplen con los acuerdos, y que estos garantizan la disponibilidad de los recursos y la conservación de las especies. Finalmente, se asume que los acuerdos regulan la cacería descontrolada por parte de foráneos. *Para evaluar el estado de conservación de las poblaciones, se propone utilizar modelos de ocupación, los cuales permiten estimar la probabilidad de que una especie se encuentre presente en un área o probabilidad de ocupación, así como la probabilidad de ser detectado. Bajo ciertas condiciones, la ocupación puede utilizarse para evaluar cambios en el número de individuos que componen una población, y estar asociada a patrones espaciales que pueden ser modelados a partir de covariables.* *El objetivo del monitoreo es evaluar el estado de las poblaciones de sajino (Pecari tajacu) en el ACRCTT a partir de su ocupación, así como detectar cambios temporales de al menos 30 % en la ocupación de la especie, con relación a un valor de línea base estimado en la primera temporada del monitoreo, con un grado de incertidumbre aceptable (potencia = 0.80 y significancia = 0.20). De esta manera, se evaluará la efectividad de las acciones de manejo de la cacería que, desde hace más de 10 años, las comunidades locales vienen implementando en el área, como estrategia para garantizar la sostenibilidad de la actividad. Estas acciones de manejo se relacionan con el objetivo de creación del ACRCTT, donde se busca la conservación y el uso sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre por parte de las comunidades locales.*

RESULTADOS E IMPLICACIONES DE MANEJO

Junto con el objetivo del monitoreo, los resultados e implicaciones de manejo son partes clave del reporte que se espera resumir en la ficha. En esta sección se presenta el resultado alcanzado a partir del monitoreo y sus implicaciones desde el punto de vista del estado de las poblaciones, amenazas y acciones de conservación.

El propósito de esta sección es presentar los resultados de monitoreo de una manera muy directa (Cuadro 3), facilitando su lectura con el uso de herramientas gráficas (mapas, gráficos o esquemas) acompañadas por los estimados básicos obtenidos (probabilidad de ocupación y detección por temporada).

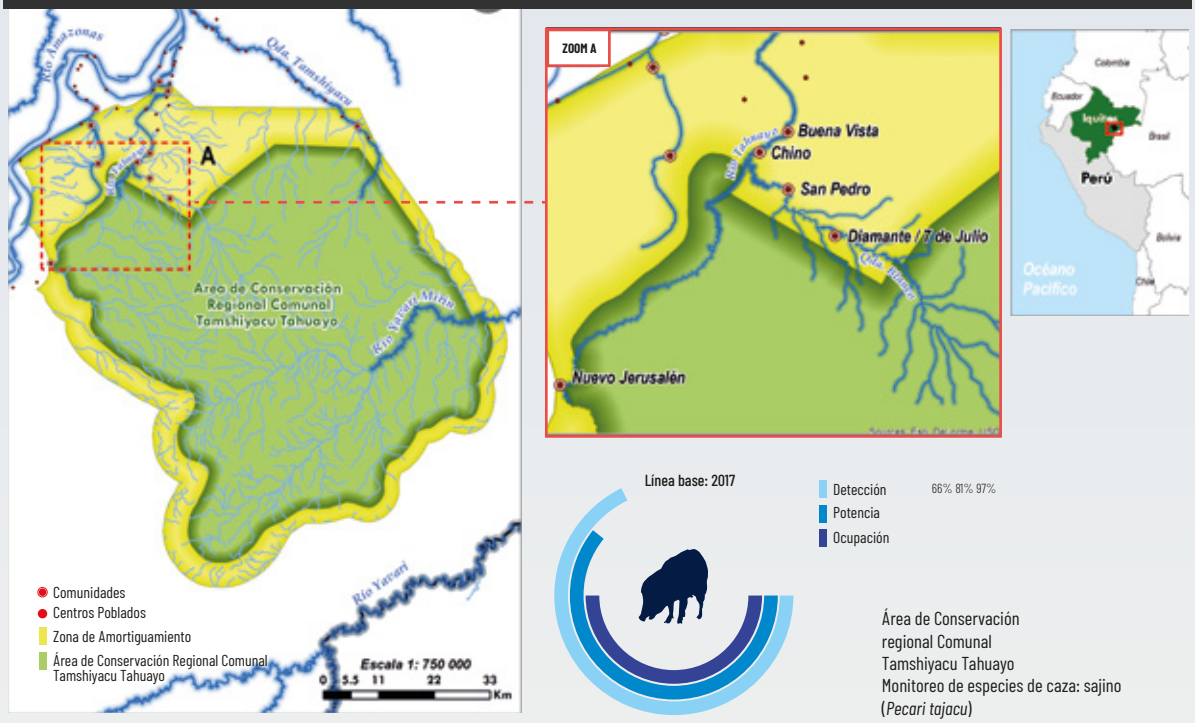
En el caso de estar reportando la primera temporada, se debe incluir los estimados de ocupación y detección alcanzados (con sus medidas de dispersión), indicando si estos alcanzan o no valores aceptables para la población de la especie evaluada. Adicionalmente se deben describir los patrones espaciales confirmados según el ajuste de las covariables evaluadas, señalando las implicaciones desde el punto de vista de manejo de la especie. A su vez, se debe incluir la evaluación del diseño de muestreo, con base a la potencia establecida para detectar un cambio en la ocupación de la especie. Para las siguientes temporadas, se debe incluir el análisis de los posibles cambios en la ocupación de la especie y sus patrones espaciales, en relación con la primera temporada (línea base) o con temporadas sucesivas.

Cuadro 3: EJEMPLO DE RESULTADOS E IMPLICACIONES DE MANEJO

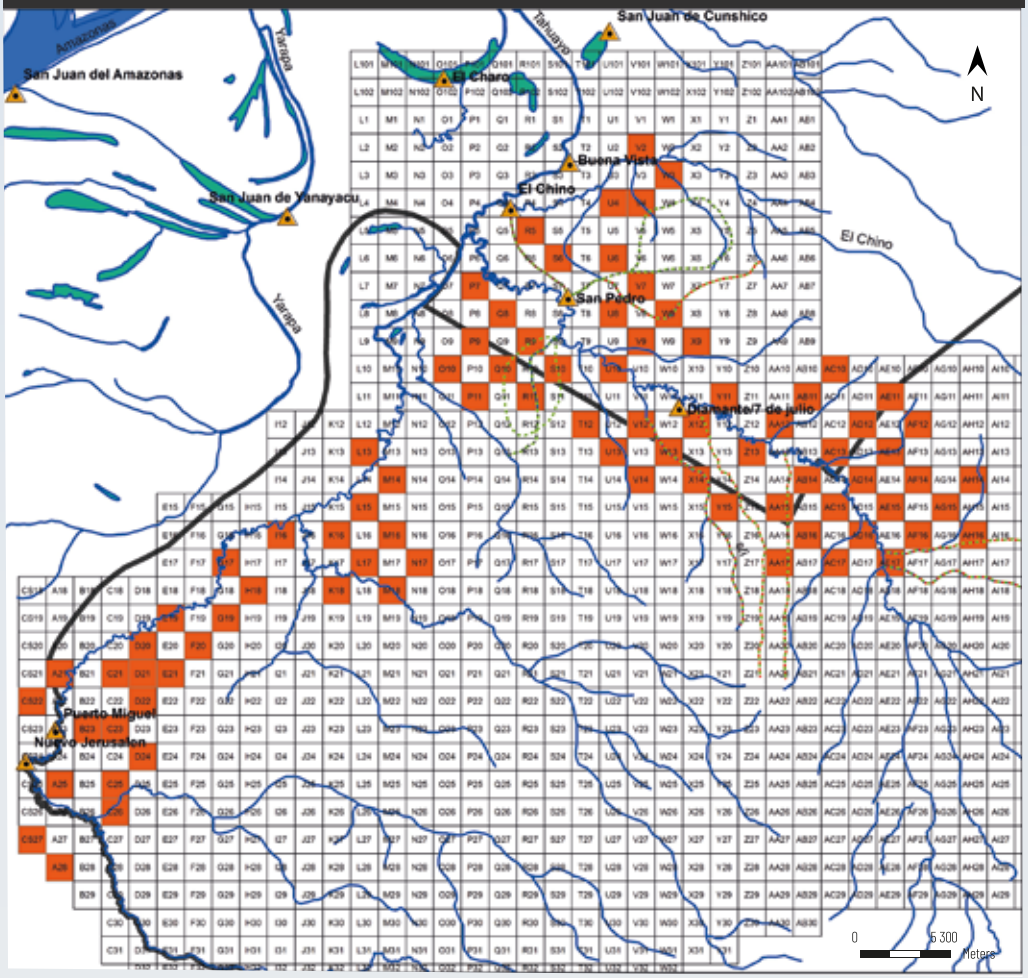
RESULTADOS E IMPLICACIONES DE MANEJO

El estado de conservación del sajino en el área es alto (> 0.70), dados los valores estimados de ocupación en el T0, aun cuando es una de las especies de caza más importantes del ACRCTT. Si bien la cacería no afecta significativamente la ocupación de la especie, sí se pudo evidenciar un patrón espacial que indica que las actividades humanas desarrolladas cerca de los centros poblados y ríos navegables, disminuye la ocupación de la especie, siendo estos sitios vulnerables para la especie.

Mapa del Área de Conservación Regional "Comunal Tamshiyacu Tahuayo" (ACRCTT) y zona de amortiguamiento (ZA)



Cuadrícula de muestreo: monitoreo ACRCTT 2016



El diseño de muestreo nos permite asegurar la detección de cambios en estos patrones, aún menores a los planteados en el objetivo de monitoreo (20 %), haciendo de estos modelos una herramienta confiable y eficiente para la detección de pequeños cambios poblacionales para el sajino en el ACRCTT, en las próximas temporadas.

Dados estos resultados, podemos concluir que las acciones establecidas para fortalecer el manejo comunal han sido efectivas para el manejo de la cacería en el ACRCTT, lo que permite que las familias de las comunidades asociadas a la reserva puedan aprovechar de manera sostenible la carne de monte, tal y como se espera según el Plan Maestro. Por tanto:

- *Se debe continuar fortaleciendo el manejo de la cacería que las comunidades han venido desarrollando. Para ello se debe discutir y revisar los acuerdos de caza con los comuneros y garantizar su cumplimiento a partir de medida de vigilancia y control comunal.*
- *Se debe apoyar la toma de datos y seguimiento de la intensidad de caza, así como su uso por parte de las comunidades.*
- *Se debe mantener la promoción de actividades económicas alternativas.*

METODOLOGÍA

A continuación de la sección de resultados e implicaciones de manejo presentamos la información de la metodología, incluyendo el diseño del muestreo, las covariables evaluadas, y el análisis realizado. El diseño de muestreo debe ser detallado para poder fundamentar los resultados obtenidos y hacer inferencias sobre la probabilidad de ocupación y el impacto de las intervenciones en toda el área de interés.

Adicionalmente, es la base para evaluar la ocurrencia de un cambio si este ocurre con una incertidumbre razonable. La descripción del diseño de muestreo debe incluir la definición del área de estudio y la ubicación de las unidades de muestreo, principalmente a partir del uso de mapas o herramientas gráficas que faciliten la interpretación de la información (Cuadro 4). También es necesario describir el tipo de metodología utilizada para la colecta de información de detección de las especies (transectos para evaluar señales de presencia o avistamientos, trampas-cámara, entre otros), el esfuerzo de muestreo con relación a las unidades de muestreo (tamaño, forma y número de las unidades de análisis o celdas), y el esfuerzo de muestreo realizado en relación a las visitas para la detección de las especies (tamaño y número). Se recomienda utilizar esquemas o dibujos para representar el esquema del trabajo (esfuerzo dentro de las unidades de muestreo) relacionado con cada una de las metodologías de muestreo.

Cuadro 4: EJEMPLO DE DISEÑO DE MUESTREO EN LA SECCIÓN DE METODOLOGÍA

METODOLOGÍA	
Diseño de muestreo	*El área de estudio del T0 abarcó las cuencas del Tahuayo y quebrada Blanco, zonas de caza de las comunidades con manejo (Buena Vista, El Chino, San Pedro y Diamante 7 de Julio), comunidades sin manejo (Nuevo Jerusalén), incluyendo tanto áreas del ACRCTT como de su zona de amortiguamiento (Fig. 1). Esta área fue seleccionada para evaluar el impacto de la cacería y la efectividad del manejo, considerando variaciones espaciales como la accesibilidad de las localidades a los cazadores, así como la presencia o no de manejo en cada área.*

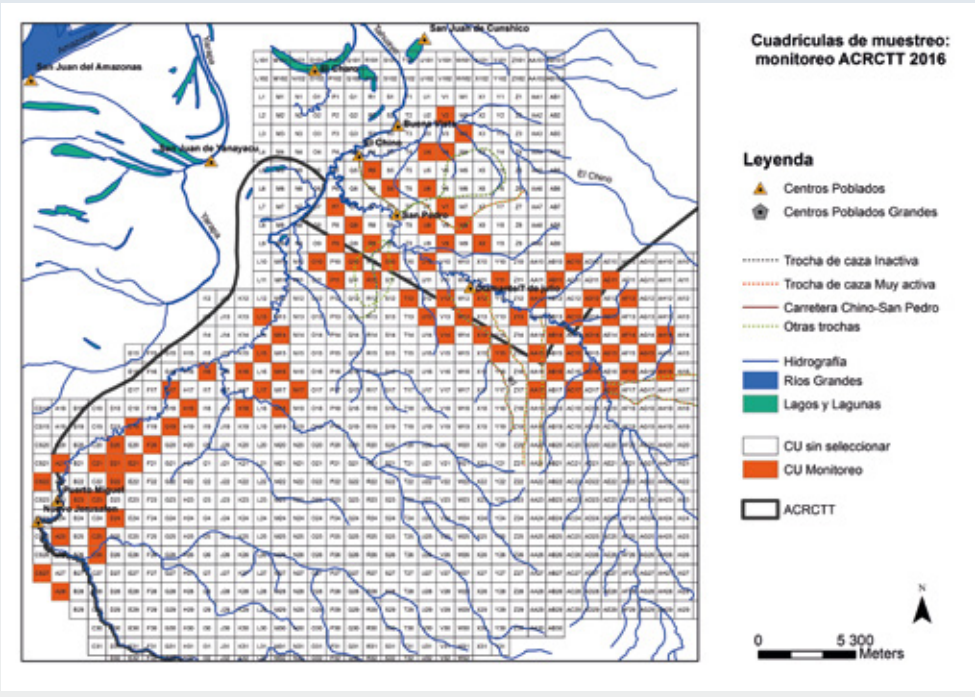


Figura 1: Área de estudio y distribución espacial de las unidades de muestreo utilizadas para la evaluación de la ocupación del sajino en el ACRCTT durante el 2016 (T0).

Cuadro 4: EJEMPLO DE DISEÑO DE MUESTREO EN LA SECCIÓN DE METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

Diseño de muestreo

Dentro del área de estudio se estableció un muestreo basado en unidades de muestreo (celdas o cuadrículas) con las siguientes características (Tabla 1):

Tabla 1: Diseño de muestreo alcanzado para el monitoreo de la ocupación del sajino (Pecari tajacu) en el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT): 2016 (T0)

Diseño de muestreo		TEMPORADAS (T)
		T0
Método		Transectos Trampa-cámara
Esfuerzo de muestreo por sitio	Nº de sitios o UM	85
	Tamaño y forma de las UM	1 Km^2
Esfuerzo de muestreo por visita	Nº de visitas	Transectos: 6 visitas (3 transectos x 2 ocasiones) Trampa-cámara: 3 visitas (1 trampa-cámara x 3 bloques temporales de muestreo)
	Esfuerzo por visitas	Transectos: 750 m de recorrido Trampa-cámara: bloques temporales de 20 días continuos de actividad (total 60 días)

UM: Unidades de muestreo o sitios

Las cuadrículas de muestreo corresponden a un sistema de cuadrículas establecidas a nivel nacional por la autoridad de gestión de las áreas (SERNANP), que sirven para evaluar el grado de afectación de las áreas protegidas en el Perú. Dentro de cada unidad de muestreo, se establecieron espacialmente tres transectos de 750 m, los cuales fueron evaluados en dos ocasiones, obtenién-dose seis visitas por transecto en cada UM para la detección del sajino basado en la búsqueda de señales y rastros. Adicionalmen-te se estableció una estación de trampa-cámara en cada UM, la cual estuvo activa por al menos 60 días, obteniéndose tres visitas de 20 días continuos de muestreo en cada UM para la detección de sajino por trampas-cámaras (Fig. 2).

Figura 2: Esquema general del esfuerzo de muestreo utilizado para la detección de especies de cacería (grandes y pequeñas) en el ACRCTT durante el 2016 (T0).

Siguiendo con la sección de metodología, la siguiente información que se presenta está relacionada con las covariables tanto de sitio (relacionadas a las unidades de muestreo) como de muestreo (relacionadas a las visitas), que se pusieron a prueba a partir de los modelos de ocupación (Cuadro 5). Las covariables de sitio estarán relacionadas con el problema de conservación o manejo que se quiere abordar, y representan la heterogeneidad espacial del área de estudio, tal como fue presentado en la sección Objetivo del Monitoreo. Las covariables de muestreo están relacionadas con la posible variabilidad en los datos atribuida a las visitas, lo que puede estar vinculado a las metodologías o esfuerzo del muestreo o a características de las visitas, según estas hayan sido definidas espacial o temporalmente. La información sobre las covariables se presentará en una tabla en donde se debe indicar el nombre de la covariable (puede ser un código), su descripción y la temporada en la que fue evaluada.

Cuadro 5: EJEMPLO DE COVARIABLES EN LA SECCIÓN DE METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

Covariables

Para evaluar el efecto de las acciones de manejo de la cacería se consideraron nueve covariables de sitio vinculadas a la accesibilidad o vulnerabilidad de las unidades de muestreo a la cacería (Tabla 2), así como tres covariables de muestreo vinculadas a la heterogeneidad de las detecciones (Tabla 3).

Tabla 2: Covariables de sitio (CovS) utilizadas para modelar la ocupación del sajino (Pecari tajacu) en el programa de monitoreo del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT): 2016 (T0 – Línea base)

CovS	Definición	TEMPORADAS
TOP	Topografía (altura – bajial)	T0
ZON	Zonificación (ACRCTT – ZA)	T0
CPg	Distancia a los centros poblados grandes de la región (Tamshiyacu, Nauta e Iquitos).	T0
CPp	Distancia a los centros poblados pequeños (Buena Vista, San Pedro, El Chino, Diamante / 7 de Julio y Nuevo Jerusalén).	T0
AH	Distancia a los puntos con actividad humana.	T0
TRO	Distancia a las trochas de cacería.	T0
ACR	Distancia al límite del ACRCTT.	T0
RP	Distancia a los ríos principales navegables (río Tahuayo y quebrada Blanco).	T0
QUB	Distancia a la red hidrográfica general.	T0

Tabla 3: Covariables de muestreo (CovM) utilizadas para modelar la ocupación del sajino (Pecari tajacu) en el programa de monitoreo del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT): 2016 (T0 – Línea base)

CovM	Definición	TEMPORADAS
LgTg	Longitud de los transectos.	T0
DTC20	Número de días de cada bloque de muestreo por trampa-cámara.	T0
MM20	Método de muestreo empleado para la detección de especies: transecto y trampa-cámara.	T0

Finalmente, para esta sección, se presenta la información relacionada con el análisis de los datos (Cuadro 6). Se debe incluir información sobre el programa que se utilizó, así como la versión de este, los detalles de parametrización y criterios de ajuste y selección de los modelos empleados.

En cuanto a la parametrización, la información que se presenta se relaciona con el número de sitios o unidades de muestreo (S), número de visitas (K), número de covariables de sitio (CovS), y número de covariables de muestreo (CovK).

Cuadro 6: EJEMPLO DE ANÁLISIS EN LA SECCIÓN DE METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

Análisis

La estimación de la ocupación y de la detección del sajino en el ACRCTT se realizó utilizando el Presence 9.7 (Proteus Wildlife Research Consultants, http://www.proteus.co.nz/). Inicialmente se ajustaron modelos exploratorios utilizando las tres covariables de muestreo o detección (CovK). Posteriormente se ajustaron modelos, tomando en cuenta las nueve covariables que pudieran representar la heterogeneidad entre sitios de muestreo (CovS). Para el ajuste de los modelos se siguieron los siguientes criterios (Tabla 4):

Tabla 4: Modelo ajustado y parametrización utilizada para modelar la ocupación del sajino (Pecari tajacu) en el programa de monitoreo del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT): 2016 (T0 – Línea base)

Modelo ajustado: T0
Una especie – Una temporada (Single Species – Single Season)

Parámetros	
S	85
K	3
CovS	9
CovK	3

Pruebas de ajuste y selección de modelos	
Pb	$\alpha = 0.05$
C-hat	1
Iteraciones	1000
ΔAIC	$\Delta AIC \leq 3$

Efectos covariables	
Prueba	Test de Wald
Significancia	$\alpha = 0.05$

Prueba de potencia	
Modelo de estimación	Método de Guillera-Arroita y Lahoz-Monfort (2012)
Potencia	$1-\beta = 0.80$
Significancia	$\alpha = 0.20$
Umbral de cambio	30 %

Para las pruebas de ajuste de los modelos se presenta la información sobre la prueba estadística y la significancia utilizada para la prueba de hipótesis, así como la sobre-dispersión aceptada (C-hat), indicando para ambos casos el número de iteraciones empleadas para los análisis. Se deberá indicar el criterio utilizado para seleccionar el modelo más probable a partir del análisis de máxima verosimilitud, con base en el criterio de información de Akaike (AIC). Es recomendable seleccionar modelos cuyo ΔAIC sea menor o igual a 3 (ΔAIC ≤ 3) puesto que estos explicarán la ocupación de las especies con una probabilidad aceptable (MacKenzie et al., 2006; Linkie, 2008). Por último, se deberá presentar la información relacionada con la evaluación de la potencia, incluyendo el método para la estimación de la potencia, así como el cambio que se desea estimar, con el grado de incertidumbre aceptado, esto es, la potencia y significancia mínima que estamos dispuestos a aceptar.

RESULTADOS DEL MODELO DE OCUPACIÓN

En esta sección de la ficha se presentan detalladamente los estimados de ocupación, los patrones espaciales evaluados y los cambios en el estado de conservación de las poblaciones.

El propósito de esta sección es ampliar los resultados estadísticos de la sección de resultados e implicaciones de manejo que se presentan en el inicio de la ficha.

De esta manera, se mostrarán todos los detalles estadísticos sobre el estado de la ocupación de la especie y los cambios temporales potencialmente detectados en la ocupación, así como los resultados sobre los patrones espaciales que mejor explican la ocupación de la especie y sus implicaciones en cuanto a manejo. Finalmente, se evalúa la adecuación del diseño de muestreo, haciendo énfasis en los esfuerzos requeridos (sitios y visitas), en relación con el objetivo del monitoreo.

Los primeros resultados que se presentan en esta sección están relacionados con la estimación de la ocupación y detección, como sus respectivos errores estándar, basados en el ajuste del modelo nulo (Cuadro 7). Si el reporte incluye más de una temporada, se debe indicar si los estimados reflejan o no un cambio en la ocupación, dado los umbrales definidos (cambio esperado definido en el diseño de muestreo) y la potencia alcanzada. Para WCS se ha establecido como meta en los monitoreos de ocupación de las especies, alcanzar una potencia de 0.80, con una significancia de al menos 0.20 para detectar cambios iguales o inferiores a 30 % en la ocupación. Sin embargo, estos criterios deberán ser fijados por cada programa de monitoreo según su objetivo. Se deberá incluir una breve discusión sobre las implicaciones de estos resultados para el manejo de la especie.

Seguidamente, se mostrarán y discutirán los patrones espaciales identificados a partir del ajuste de covariables (Cuadro 8). Se deberán indicar los modelos que mejor explican la ocupación de la especie, y las implicaciones de esta información en el manejo de la especie. Se incluirá únicamente aquellos modelos con un efecto significativo (según la prueba estadística definida en la metodología), indicando si este es positivo o negativo, para facilitar su interpretación. Con esta información se establecerán las intervenciones de manejo que se requieren para mantener/conseguir el objetivo de conservación deseado.

Finalmente, se incluye una sección que permite proponer y discutir adecuaciones del diseño de muestreo (Cuadro 9). Estos ajustes pueden buscar mejorar la posibilidad de evaluar cambios con la menor incertidumbre posible y el menor esfuerzo posible, o incluso mejorar el área de estudio para abordar de manera más adecuada el objetivo del monitoreo.

Cuadro 7: EJEMPLO DE ESTADO DE LA OCUPACIÓN DE LA ESPECIE Y CAMBIOS TEMPORALES EN LA OCUPACIÓN DE LA SECCIÓN RESULTADOS DEL MODELO DE OCUPACIÓN

RESULTADOS DEL MODELO DE OCUPACIÓN

Estado de la ocupación de la especie y cambios temporales en la ocupación

Para el sajino en el ACRCTT, el modelo nulo ajustado a partir de detecciones por transectos (S = 85, K = 3), indica un buen estado de conservación de la especie, al obtenerse estimaciones de la ocupación de la especie mayores a 0.70 (Tabla 5). La detectabilidad de la especie fue alta (0.65, EE 004), incluso al evaluar historiales de detección con tan solo tres visitas por transectos. Estos valores servirán de referencia (línea base) para las futuras comparaciones de los posibles cambios en la ocupación.

Tabla 5: Probabilidad de ocupación y detección estimada a partir de modelo nulo (psi(.), p(.)), utilizado para evaluar cambios en el estado de las poblaciones del sajino (Pecari tajacu) en el programa de monitoreo del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT): 2016 (T0 – Línea base)

Temporada	Peso del modelo nulo (Wi)	Ocupación psi (.), p (.)		Detección		Cambio
		Psi	EE	p	EE	
T0	0.002	0.81	0.05	0.65	0.04	–

EE: Error estandar

La potencia estadística alcanzada a partir de estos modelos (0.81) nos permite asegurar la detección de cambios de hasta un 20% en la ocupación del sajino, haciendo de estos modelos una herramienta confiable y eficiente para la detección de pequeños cambios poblacionales para el sajino en el ACRC TT.

Cuadro 8: EJEMPLO DE PATRONES ESPACIALES DE LA OCUPACIÓN DE LA SECCIÓN RESULTADOS DEL MODELO DE OCUPACIÓN

RESULTADOS DEL MODELO DE OCUPACIÓN

Patrones espaciales de la ocupación

Para el sajino en el ACRCTT, los modelos con covariables que presentaron los mejores ajustes y que mejor explican la ocupación de la especie fueron (Tabla 6 y 7):

Tabla 6: Modelos ajustados y parametrización utilizada para modelar la ocupación del sajino (Pecari tajacu) en el programa de monitoreo del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT): 2016 (T0 – Línea base)

Temporada	Modelos ajustados	Peso del modelo (Wi)
T0	psi (CPg), p (.) psi (TOPO), p (.)	0.60 0.40

Tabla 7: Covariables significativas y ocupación y detección estimada para el sajino (Pecari tajacu) en el programa de monitoreo del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT): 2016 (T0 – Línea base)

Temporada	Ocupación		Detección		Covariables significativas (tipo de efecto)	
	Psi	EE (*DE)	p	EE (*DE)	CovS	CovM
T0	0.81	0.15*	0.65	0.04	CPg (+), TOPO (+)	–

Estos resultados indican que, si bien la cacería no afecta significativamente la ocupación de la especie, sí se pudo evidenciar un patrón espacial que indica que las actividades humanas desarrolladas cerca de los centros poblados y ríos navegables, disminuyen la ocupación de la especie. Ninguna de las covariables de muestreo consideradas tuvo un efecto significativo sobre la detección.

Patrón espacial de la ocupación del sajino

- Lejos de las comunidades
- Lejos de ríos navegables
- Dentro del Área Protegida
- Se observó una leve reducción de la ocupación cerca de las comunidades sin manejo

Cuadro 9: EJEMPLO DE IMPLICACIONES PARA EL DISEÑO DE MUESTREO DE LA SECCIÓN RESULTADOS DEL MODELO DE OCUPACIÓN

RESULTADOS DEL MODELO DE OCUPACIÓN	
Implicaciones para el diseño de muestreo	*• Muestreo por T vs. TC: la especie puede ser monitoreada a partir del ajuste de modelos generados únicamente por detecciones de señales y rastros en transectos. Por tanto, el uso de las trampas-cámara pudiera ser opcional dentro del Programa de Monitoreo de la Cacería del ACRCTT.* *• Disminución de visitas por T: los modelos basados en historiales con tres visitas por transecto ajustaron correctamente, generando buenos estimados del área ocupada por las especies estudiadas, así como evidencias de patrones espaciales.* *• En este sentido se plantea mantener el monitoreo de estas especies a partir del diseño de muestreo establecido por transectos, considerando establecer tres transectos de 750 m (T: S = 85, K = 3).*

AUTORÍA DE LOS RESULTADOS

La última sección de la ficha se utilizará para presentar las autorías de los resultados, así como la información de las instituciones relacionadas y el nombre del o de los proyectos a los que pertenece el resultado. En primer lugar, se deberá indicar la lista de responsables que serán considerados autores de la información (Cuadro 10). Esta lista deberá estar acompañada del nombre de la institución a la que cada autor pertenece, así como el correo del autor de contacto. Adicionalmente, se deberá incluir el nombre de la o las instituciones responsables, así como las instituciones participantes en la toma, procesamiento y análisis de datos (Cuadro 11).

Cuadro 10: EJEMPLO DE LA LISTA DE AUTORES O RESPONSABLES DE LOS RESULTADOS DE LA SECCIÓN AUTORÍA DE LOS RESULTADOS

AUTORÍA DE LOS RESULTADOS	
Autores y afiliación	Emiliana Isasi-Catalá (WCS Perú), eisasi@wcs.org León Torres-Oyarce (Consultor) Claudio Bardales-Alvites (Consultor) Lindher Mora (Consultor) Lucas Muñoz (Consultor) Frank Flores-Ponce (WCS Perú) Marco Odicio-Iglesias (WCS Perú) Leonardo Maffei (WCS Perú).

Cuadro 11: EJEMPLO DE LA LISTA DE INSTITUCIONES RESPONSABLES O PARTICIPANTES EN LA TOMA, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS DE LA SECCIÓN AUTORÍA DE LOS RESULTADOS

AUTORÍA DE LOS RESULTADOS	
Instituciones responsables de los resultados e instituciones participantes	**Wildlife Conservation Society, Perú (WCS Perú)** **Comité de Gestión del ACRCTT**

Seguidamente se deberá incluir información del proyecto y producto asociados a los resultados resumidos en la ficha (Cuadro 12) y que podrían tener información adicional útil para el uso de estos resultados. Finalmente, se deberá incluir la cita bibliográfica sugerida para referenciar el uso de estos resultados, en caso de ser utilizados en algún reporte o publicación (Cuadro 13).

Cuadro 12: EJEMPLO DE LA SECCIÓN PROYECTO Y/O PRODUCTO ASOCIADO A LOS DATOS RESUMIDOS EN EL FORMATO.

AUTORÍA DE LOS RESULTADOS	
Proyecto y/o producto asociado	**Proyectos:** Biodiversidad, medios de vida y gobernanza en los paisajes Loreto y Manu-Tambopata / Conservación de paisajes críticos en la Amazonía andina. **Producto:** Evaluación del estado de conservación de las especies de caza, intensidad de la cacería y cumplimiento de acuerdos de manejo del Programa de Monitoreo de Cacería del ACRCTT: T0-2017

Cuadro 13: EJEMPLO DE CITA BIBLIOGRÁFICA SUGERIDA PARA REFERENCIAR LOS RESULTADOS RESUMIDOS EN EL FORMATO.

AUTORÍA DE LOS RESULTADOS	
Cita sugerida para la ficha	Isasi-Catalá E., Torres-Oyarce L., Bardales-Alvites C., Mora L., Muñoz L., Flores-Ponce F., Odicio-Iglesias M. y Maffei L. 2017. Ficha resumen con los resultados del Programa de Monitoreo de Cacería del ACRCTT: T0-2017. Documento de trabajo: Evaluación del estado de conservación de las especies de caza, intensidad de la cacería y cumplimiento de acuerdos de manejo del Programa de Monitoreo de Cacería del ACRCTT: T0-2017. WCS-Perú.

Uso de la Ficha

Tal como está estructurada y diseñada, la ficha tiene como objetivo ser el resumen ejecutivo de los monitoreos de ocupación realizados por los equipos de WCS y sus socios en la región Andes-Amazonía- Orinoquía. A su vez, se espera que sirva como material base para el diseño de materiales divulgativos de los resultados de iniciativas de monitoreo de ocupación que se realicen en la región.

Para informes técnicos, se recomienda utilizar la ficha tal y como se presenta en este documento. Sin embargo, la estructura modular de la ficha permite cambiar el orden de sus componentes en caso se requiera un orden distinto. Asimismo, la ficha constituye el material de contenido básico para la elaboración de productos de comunicación que puedan ser diagramados de diferente manera. ■

Referencias

Guillera-Arroita, G. & J.J. Lahoz-Monfort. 2012. Designing studies to detect differences in species occupancy: power analysis under imperfect detection. Methods in Ecology and Evolution, 3: 860-869.

Linkie, M. 2008. Single-Species, Single-Season: Occupancy Tutorials. DICE, University of Kent, UK, 25 pp.

Mackenzie D., Nichols J., Lachman G., Droege S., Royle J. & Langtimm C. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. Ecology. 83: 2248-2255.

Mackenzie D., Nichols J., Royle A., Pollock K., Bailey L. & Hines J. 2006. Occupancy estimation and modeling. Inferring patterns and dynamics of species occurrence. Elsevier Academic Press. Oxford. UK.

Royle J. & Nichols J. 2003. Estimating abundance from repeated presence–absence data or point counts. Ecology. 84: 777-790.

■ ■ ■

Wildlife Conservation Society

Av. Roosevelt N° 6360 – Urbanización San Antonio - Miraflores. Lima
www.wcsperu.org