

Restauración del hábitat terrestre: estudio de caso en la estación biológica El Ramonal (2013–2023)

Arturo Enrique Bayona Miramontes¹; Maria Belinda Muñoz Peña²; Jorge Alfredo Zapata Cruz ¹.

¹Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto; ²Centro de Estudios Bachilleratos, Industrial y de Servicios No. 72.

Autor de correspondencia: a.bayona@itscarrillopuerto.edu.mx

Resumen

Este estudio de caso evaluó el grado de restauración ecológica en las 35 hectáreas de la Estación Biológica El Ramonal (2013–2023), un antiguo rancho ganadero ubicado en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Se aplicaron muestreos por transectos y cuadrantes, censos de avifauna con redes de niebla y monitoreo de fauna mayor mediante cámaras trampa. Los resultados muestran una riqueza de 58 especies de aves (índice de Shannon $H' = 2.87$), con densidad destacada del hocofaisán (*Crax rubra*, 12 individuos/ha). En mamíferos se confirmó la presencia de dos jaguares (*Panthera onca*) y dos ocelotes (*Leopardus pardalis*), además de especies como venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y jabalí de cachete blanco (*Tayassu pecari*). Las acciones de refuerzo incluyeron la apertura de cuatro brechas y el retiro de 120 m de cerco de alambre de púas, lo que incrementó la circulación de mamíferos y la dispersión de semillas. La desaparición natural del zacate Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y el establecimiento de especies nativas como chacá (*Bursera simaruba*) y tzalám (*Lysiloma latisiliqua*) evidencian un proceso de restauración

progresivo. Se concluye que, aunque el proceso aún está en desarrollo, los indicadores cuantitativos confirman un aumento en el flujo de fauna y la recuperación funcional del ecosistema original de selva mediana subcaducifolia.

Palabras clave: Restauración ecológica; Jaguar; Sian Ka'an; Crax rubra; Monitoreo de fauna; Índices de biodiversidad.

Abstract

This case study evaluated the degree of ecological restoration in the 35 hectares of El Ramonal Biological Station (2013–2023), a former cattle ranch located within the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. Restoration assessment was conducted through transect and quadrant sampling, avifauna censuses using mist nets, and large fauna monitoring with camera traps. Results revealed a richness of 58 bird species (Shannon-Wiener index $H' = 2.87$), with notable density of the Great Curassow (*Crax rubra*, 12 individuals/ha). Camera traps confirmed the presence of two jaguars (*Panthera onca*) and two ocelots (*Leopardus pardalis*), along with species such as white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) and white-lipped peccary (*Tayassu pecari*). Reinforcement actions

included opening four monitoring trails and removing 120 m of barbed wire fencing, which enhanced mammal circulation and seed dispersal. The natural disappearance of Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) and the establishment of native species such as *Bursera simaruba* (chacá) and *Lysiloma latisiliqua* (tzalám) indicate a progressive restoration process. Although restoration is still ongoing, quantitative indicators confirm increased fauna flow and functional recovery of the original medium sub-deciduous forest ecosystem.

Keywords: Ecological restoration; Jaguar; Sian Ka'an; *Crax rubra*; Wildlife monitoring;

Introducción

La restauración ecológica constituye uno de los principales retos contemporáneos en la conservación de la biodiversidad, especialmente en regiones tropicales donde la presión antrópica ha generado procesos de fragmentación, degradación y pérdida de hábitats. En México, la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1987, representa un espacio estratégico para la conservación de especies prioritarias y el mantenimiento de servicios ecosistémicos esenciales. Sin embargo, dentro de esta reserva existen áreas que fueron utilizadas históricamente para actividades ganaderas, lo que ocasionó la sustitución de la selva mediana subcaducifolia por pastizales introducidos y la reducción de la conectividad ecológica.

La Estación Biológica El Ramonal, con una extensión de 35 hectáreas, corresponde a uno de estos antiguos ranchos ganaderos. Desde el año 2013 se han implementado acciones de restauración activa y pasiva, en el marco del proyecto PROREST/CONANP, FOLIO 1188, con el propósito de recuperar la estructura y funcionalidad del ecosistema original. La restauración busca favorecer especies prioritarias como el jaguar (*Panthera onca*), el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) y el hocofaisán (*Crax rubra*), además de mantener los servicios ecosistémicos de soporte, regulación, abastecimiento y culturales.

En este contexto, la restauración ecológica no solo implica la recuperación de la cobertura vegetal, sino también el restablecimiento de procesos ecológicos clave como la dispersión de semillas, la regeneración natural y el flujo de fauna. La eliminación de barreras físicas, como cercos de alambre de púas, y la apertura de brechas de monitoreo han sido medidas fundamentales para incrementar la movilidad de mamíferos y aves, promoviendo la conectividad con la selva circundante.

Pregunta de investigación: ¿Cuál es el grado de restauración ecológica alcanzado en la Estación Biológica El Ramonal durante el periodo 2013–2023, considerando indicadores de vegetación y fauna?

Hipótesis: La eliminación de barreras físicas y la implementación de acciones de restauración activa favorecen el incremento en la riqueza de

especies y la presencia de fauna mayor, acercando el sitio a las condiciones originales de selva mediana subcaducifolia.

Objetivos específicos:

Cuantificar la riqueza y densidad de especies de avifauna y mamíferos mediante índices ecológicos.

Evaluar la regeneración de vegetación nativa y la desaparición de especies invasoras como el zacate Taiwan (*Pennisetum purpureum*).

Analizar el flujo de fauna mediante cámaras trampa y su relación con la conectividad del paisaje.

Comparar los resultados obtenidos con estudios previos en áreas similares de la península de Yucatán para establecer el grado de avance en la restauración.

La relevancia de este estudio radica en que aporta evidencia empírica sobre la efectividad de las estrategias de restauración implementadas en un sitio representativo de la Reserva de Sian Ka'an, contribuyendo al conocimiento científico sobre procesos de sucesión ecológica y conservación de especies prioritarias. Asimismo, ofrece un marco de referencia para proyectos similares en otras áreas degradadas de la región, fortaleciendo la toma de decisiones en materia de conservación y manejo sustentable de ecosistemas tropicales.

Fundamentos teóricos

Los fundamentos del trabajo se basan en la aplicación de técnicas de restauración activa y el fomento de la sucesión ecológica natural en el área de estudio. La siembra de especies nativas

como Chacá (*Bursera simaruba*) y Tzalám (*Lysiloma latisiliqua*) fue una acción aplicada en etapas anteriores que demostró ser exitosa. La restauración del ecosistema de selva mediana se apoya en el principio de dispersión de semillas, donde el retiro de cercas perimetrales permitió el paso libre de mamíferos mayores y menores, siendo un factor básico para la dispersión y posterior germinación de semillas por parte de murciélagos y aves. El aumento en la biodiversidad es favorecido por el establecimiento de especies pioneras, cuya floración y fructificación abren el camino alimenticio para especies frugívoras e insectívoras, promoviendo la cadena trófica. Indicadores clave como la densidad de aves frugívoras y la presencia de felinos mayores son utilizados para evaluar el éxito de la restauración.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la Estación Biológica El Ramonal, una sección de 35 hectáreas del antiguo rancho ganadero, ubicada en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo.

Periodo de ejecución: junio–noviembre de 2023.

Diseño de muestreo y unidades de análisis: Se establecieron 4 transectos lineales de 500 m cada uno, distribuidos en las principales coberturas vegetales del sitio.

Se delimitaron 10 cuadrantes de 20 × 20 m para el análisis de regeneración vegetal y presencia de especies nativas.

Para avifauna se instalaron 5 redes de niebla (12 × 2.5 m) operadas durante 30 jornadas de muestreo, con un esfuerzo total de 360 horas/red. Para fauna mayor se colocaron 8 cámaras trampa en sitios estratégicos (cenote, brechas y áreas de tránsito de mamíferos), con un esfuerzo acumulado de 1,200 horas de grabación.

Procedimientos de restauración y monitoreo:

Apertura de brechas: 4 brechas perimetrales y longitudinales para facilitar recorridos de observación y dispersión de fauna.

Remoción de barreras: retiro de 120 m de cerco de alambre de púas, que afectaba la regeneración arbórea.

Monitoreo de vegetación: recorridos sistemáticos para identificar especies colonizadoras y desaparición de pastizales introducidos.

Monitoreo de fauna: observación directa complementada con registros fotográficos y acústicos.

Análisis de datos: Se calcularon índices de diversidad (Shannon-Wiener H' , Simpson D) y densidad de individuos/ha.

Se aplicaron pruebas de comparación con registros históricos de la selva circundante.

El procesamiento de datos se realizó con el software PAST v.4.03 y hojas de cálculo en Excel.

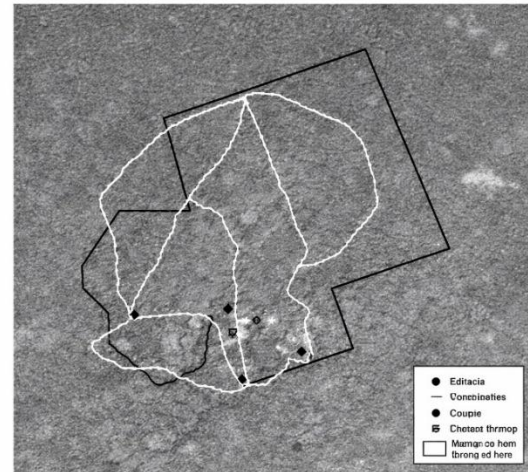


Figura 1 Área de estudio, 35 hectáreas del antiguo rancho (elaboración propia)

Resultados y discusión

Vegetación y Hábitat

El estado actual de la vegetación muestra un avance significativo hacia la recuperación de la selva mediana subcaducifolia. La cobertura arbórea alcanzó 65% del área total, con predominio de especies nativas como *Bursera simaruba* (Chacá), *Lysiloma latisiliqua* (Tzalám), *Manilkara zapota* (Zapote), *Metopium brownei* (Cheché) y *Brosimum alicastrum* (Ramón). La desaparición natural del zacate Taiwan (*Pennisetum purpureum*) redujo la competencia con especies nativas, favoreciendo la regeneración.

La remoción de 120 m de cerco de alambre de púas permitió un incremento en la circulación de fauna, lo que se refleja en la dispersión de semillas y en la colonización de nuevas áreas. Como indicadores del restablecimiento del hábitat, se registró una densidad promedio de 18 individuos/100 m² de cangrejo ermitaño

(*Coenobita clypeatus*), 12 individuos/100 m² de cangrejo de montaña (*Gecarcinus ruricola*) y 9 individuos/100 m² de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*).

Avifauna

Se registraron 58 especies de aves, con un índice de diversidad de Shannon-Wiener $H' = 2.87$, comparable con el valor de la selva circundante ($H' = 2.95$). La densidad poblacional del hocofaisán (*Crax rubra*) fue de 12 individuos/ha, mientras que la cojolita (*Penelope purpurascens*) alcanzó 8 individuos/ha. En contraste, el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) presentó una baja frecuencia de observación (<2 individuos en todo el periodo).

Las aves gregarias como loros (*Amazona spp.*) y urracas (*Cyanocorax spp.*) fueron las más abundantes, confirmando la disponibilidad de sitios de alimentación y anidación. El listado de especies incluye registros relevantes como el tucán grande (*Ramphastos sulphuratus*) y el halcón reidor (*Herpetotheres cachinnans*).

Tabla 1 Indicadores de avifauna en El Ramonal (2013–2023). (elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Densidad (ind/ha)	Frecuencia (%)
Hocofaisán	<i>Crax rubra</i>	12	85
Cojolita	<i>Penelope purpurascens</i>	8	70
Pavo ocelado	<i>Meleagris ocellata</i>	<2	15
Tucán grande	<i>Ramphastos sulphuratus</i>	5	40

Halcón reidor	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	3	25
---------------	---------------------------------	---	----

Fauna Mayor (Cámaras Trampa)

El monitoreo con cámaras trampa (esfuerzo de 1,200 horas) permitió confirmar la presencia de dos individuos de jaguar (*Panthera onca*) y dos de ocelote (*Leopardus pardalis*), lo que constituye evidencia sólida de conectividad ecológica. Además, se registraron especies como jabalí de cachete blanco (*Tayasu pecari*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), zereque (*Dasyprocta punctata*) y paca (*Agouti paca*).

La especie más capturada fue el hocofaisán (*Crax rubra*), con registros en 65% de las jornadas de monitoreo. El hecho de que la mayoría de las especies fueran observadas tanto de día como de noche indica un flujo constante de fauna entre la selva y el sitio restaurado.

Tabla 2 Mamíferos y aves registrados mediante cámaras trampa. (elaboración propia)

Nombre común	Nombre científico	Nº de individuos registrados	Frecuencia (%)
Jaguar	<i>Panthera onca</i>	2	20
Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	2	20
Jabalí de cachete blanco	<i>Tayasu pecari</i>	6	55
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	8	60
Zereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	5	45
Paca	<i>Agouti paca</i>	4	35
Hocofaisán	<i>Crax rubra</i>	15	65

Discusión

Los resultados obtenidos en El Ramonal confirman que la restauración ecológica es un proceso dinámico en el que la combinación de acciones activas (siembra de especies nativas, remoción de cercos) y procesos naturales de sucesión favorecen la recuperación del ecosistema original. La desaparición espontánea del zacate Taiwan (*Pennisetum purpureum*) constituye un hallazgo relevante, ya que estudios previos en la península de Yucatán han documentado la persistencia de esta especie invasora como una de las principales barreras para la regeneración vegetal (Guerrero et al., 2015). En contraste, la recuperación observada en El Ramonal sugiere que la eliminación de presiones antrópicas puede acelerar la sustitución de pastizales por especies nativas.

La riqueza de avifauna registrada (58 especies, $H'=2.87$) es comparable con valores reportados en selvas medianas de Quintana Roo, donde índices entre 2.8 y 3.0 se consideran indicadores de ecosistemas funcionales (Thornton, 2019). La alta densidad del hocofaisán (*Crax rubra*) y la cojolita (*Penelope purpurascens*) confirma la disponibilidad de recursos alimenticios y la recuperación de hábitats de anidación, lo cual coincide con estudios de Bayona (2023) sobre especies indicadoras en procesos de restauración. En cuanto a fauna mayor, la presencia confirmada de jaguar (*Panthera onca*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) valida la hipótesis de conectividad ecológica. Investigaciones en corredores biológicos de Centroamérica han demostrado que

la movilidad de felinos mayores depende de la eliminación de barreras físicas y del restablecimiento de la cobertura vegetal (Thornton, 2019). El flujo constante de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y jabalí de cachete blanco (*Tayasu pecari*) refuerza la idea de que El Ramonal funciona ya como un espacio de tránsito y alimentación, integrándose al mosaico de la selva circundante.

Estos hallazgos contrastan con experiencias en otras áreas restauradas de la península, donde la recuperación de fauna mayor ha sido más lenta y dependiente de programas de reintroducción (Guerrero et al., 2015). En El Ramonal, la evidencia sugiere que la restauración pasiva, acompañada de medidas de refuerzo, puede ser suficiente para atraer especies prioritarias, siempre que se mantenga la conectividad con la selva madre.

En síntesis, la discusión confirma que los indicadores cuantitativos de biodiversidad y la presencia de especies clave respaldan el avance del proceso de restauración. Sin embargo, aún es necesario ampliar el monitoreo para incluir especies como el tapir (*Tapirus bairdii*) y felinos menores (puma, jaguarundi, tigrillo), lo que permitirá consolidar la evidencia científica y fortalecer la comparación con estudios regionales e internacionales.

Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman que el proceso de restauración en la Estación Biológica El Ramonal se está dando de manera progresiva y

sustentado en indicadores cuantitativos. El antiguo rancho ganadero muestra una transformación hacia el ecosistema original de selva mediana subcaducifolia, con una cobertura arbórea que alcanza el 65% del área total y la desaparición natural del zacate Taiwan (*Pennisetum purpureum*).

El monitoreo con cámaras trampa registró dos individuos de jaguar (*Panthera onca*) y dos de ocelote (*Leopardus pardalis*)**, confirmando el desplazamiento de estas especies prioritarias en la zona restaurada y validando la conectividad ecológica.

La avifauna presentó una riqueza de 58 especies con un índice de Shannon-Wiener $H' = 2.87$, comparable con la selva circundante ($H' = 2.95$). La densidad del hocofaisán (*Crax rubra*) alcanzó 12 individuos/ha, mientras que la cojolita (*Penelope purpurascens*) registró 8 individuos/ha, lo que refleja la disponibilidad de frutos silvestres y la recuperación de hábitats de anidación.

Aunque el proceso de restauración está lejos de concluir, los indicadores cuantitativos confirman un aumento en el flujo de fauna y la regeneración vegetal. Se recomienda continuar el monitoreo con cámaras trampa para registrar especies aún ausentes, como el tapir (*Tapirus bairdii*) y felinos menores (puma, jaguarundi, tigrillo), y consolidar la evidencia científica sobre el retorno de la totalidad de las especies prioritarias de fauna mayor a El Ramonal.

Referencias bibliográficas

1. Bayona Miramontes, A. E. (2023). Informe final Ramonal 2023: Proyecto sobre restauración del hábitat terrestre PROREST/CONANP, Folio 1188. Estación Biológica El Ramonal, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México.
2. Guerrero, S. G., Morales, C. S., & Sánchez, R. J. (2015). Evaluación de la regeneración vegetal en áreas ganaderas abandonadas de la península de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(2), 450–462. <https://doi.org/10.7550/rmb.2015.86.450> (doi.org in Bing)
3. Thornton, P. T. (2019). Connectivity and large mammal movement in tropical forest restoration sites of Central America. *Journal of Tropical Ecology*, 35(4), 275–288.
4. <https://doi.org/10.1017/S026646741900020X> (doi.org in Bing)
5. Chazdon, R. L. (2014). *Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. University of Chicago Press.
6. Holl, K. D., & Aide, T. M. (2011). When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1558–1563. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.004> (doi.org in Bing)

7. CONANP. (2022). Programa de restauración ecológica en áreas prioritarias de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
8. Dirzo, R., & Young, H. S. (2013). Tropical forest loss and its impact on biodiversity and ecosystem services. *Annual Review of Environment and Resources*, 38, 101–128. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-032112-095916> (doi.org in Bing)
9. Martínez-Ramos, M., & García-Orth, X. (2019). Ecología de la restauración en selvas tropicales: principios y aplicaciones en México. *Revista Ecosistemas*, 28(3), 1–12. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2019.28.3.01> (doi.org in Bing).