

Informe final* del Proyecto DQ013
Restauración y conservación de Isla Guadalupe

Responsable: Dr. Alfonso Aguirre Muñoz
Institución: Grupo de Ecología y Conservación de Islas AC
Dirección: Av. López Mateos # 1590-3, Frac. Playa Ensenada, Ensenada, BC, 22880, México
Correo electrónico: alfonso.aguirre@conservaciondeislas.org
Teléfono, fax Tel: 01 (646) 173 4943; Fax: 01 (646) 173 4997
Fecha de inicio: Febrero 28, 2005
Fecha de término: Abril 4, 2013
Principales resultados: Informe final, hojas de cálculo, fotografías
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Aguirre Muñoz A., Luna Mendoza, L., Hernández Montoya, J.C., Méndez Sánchez, F., Barredo Barberena, J.M., Félix Lizárraga, M., Hermosillo Bueno, M.A., Silva Estudillo, N., Manríquez Ayub, A., Allen Amescua, A., Leal Sandoval, A., Rodríguez Malagón, M. y F. Torres. 2013. Restauración y conservación de Isla Guadalupe. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. **Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. DQ013.** México, D.F.

Resumen:

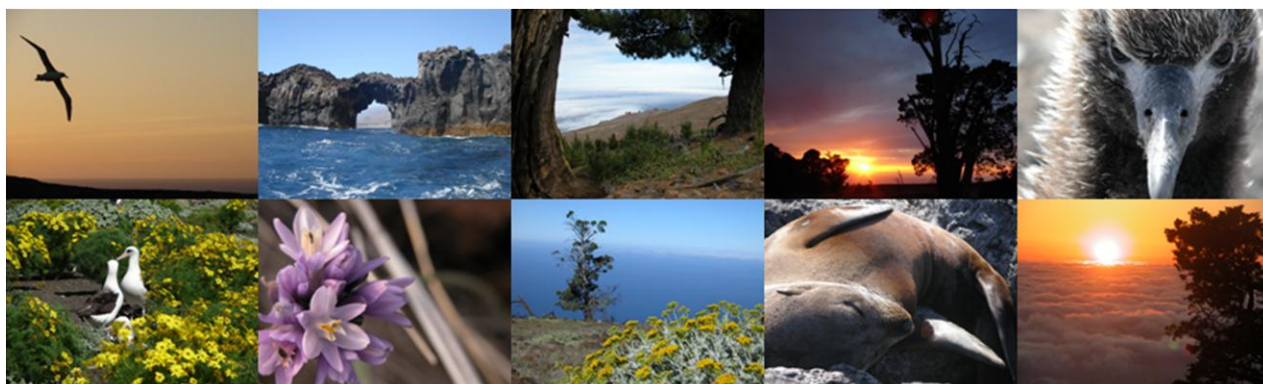
Para lograr la conservación y restauración de Isla Guadalupe el proyecto considera cinco líneas de acción:

1. Estudios de línea base, que contemplan la recopilación y generación de información diagnóstica sobre el estado actual de la isla y la caracterización biológica y socioeconómica de la comunidad local; estudios de sustento de actividades de restauración como la demografía de pinos y cipreses; inventarios florísticos, asociación de comunidades y ubicación espacial de las mismas; inventarios de avifauna, estatus poblacional y distribución. El acopio de la información mínima necesaria permitirá iniciar un monitoreo sistemático y permanente.
2. Erradicación de especies introducidas, que incluye la planeación y puesta en marcha de acciones específicas para la erradicación de cabras y perros ferales, y el inicio de la erradicación de gatos.
3. Rehabilitación, recuperación natural del ambiente y restauración, en donde se contempla el mantenimiento de cercos excluidores de cabras y la puesta en marcha de medidas que potencien la germinación y establecimiento de plántulas, así como la conexión espacial de la población de pinos y cipreses, y el eventual mejoramiento de suelos.
4. Monitoreo, considerada una de las actividades más importantes antes, durante y después de la erradicación, para incorporar la información y la perspectiva científica a lo largo del proyecto, y para una buena planeación del mismo. Incluye el monitoreo de la vegetación para documentar la recuperación durante y después de la erradicación de las cabras; el monitoreo de la respuesta de la avifauna a la erradicación de los gatos; el monitoreo de la recuperación del suelo y de las variables climatológicas.
5. Educación ambiental, dirigida a la comunidad pesquera (72 habitantes aprox.), al destacamento de la Secretaría de Marina - Armada de México y al público de las poblaciones próximas en el continente.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

PROYECTO "RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ISLA GUADALUPE"

REPORTE TÉCNICO FINAL



Presentado por:

Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C.



Avenida Moctezuma No. 836, Zona Centro
Ensenada, B.C., C.P. 22800
Tels 646.173 4943 y 173 4997 Fax 646.173 4997
alfonso.aguirre@islas.org.mx

A consideración de:

**Comisión Nacional para el Conocimiento y
Uso de la Biodiversidad**



Avenida Liga-Periférico - Insurgentes Sur
4903 Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan
México, D.F., C.P. 14010
Tel 55.5528 9100 Fax 55.5528 9131
www.conabio.gob.mx

Ensenada, B. C., Agosto de 2011



Resumen Ejecutivo

El presente reporte contiene la información técnica generada en el marco del proyecto "RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ISLA GUADALUPE", proyecto en el cual se desarrollaron múltiples acciones y líneas de investigación dirigidas a la flora y fauna endémica, nativa e introducida de la isla Guadalupe.

Referente a las especies de fauna introducida, las cuales son una de las principales causas del deterioro del ecosistema insular, este reporte detalla las acciones de erradicación de perro feral (*Canis lupus familiaris*) y cabra feral (*Capra hircus*), esta última con un fuerte impacto negativo en las poblaciones vegetales de la isla. La erradicación de cabras ferales en la isla Guadalupe se llevó a cabo con éxito. En febrero de 2007 se reportó el objetivo cumplido. Dicha acción fue la más significativa debido a su impacto positivo en la restauración integral del ecosistema insular. Fue la primera erradicación en el país utilizando la técnica de telemetría con cabras Judas-Centinelas y cacería aérea. Por las dimensiones y características de la isla y, sobre todo, por el gran valor de conservación de Guadalupe, éste es sin duda el más importante trabajo de restauración insular que se haya llevado a cabo en México y en el mundo hasta la fecha.

La erradicación de la cabra en la isla Guadalupe ha generado ya cambios significativos en el paisaje, razón por la cual es fundamental la estimación de la recuperación de la vegetación, en particular de las especies arbóreas, mismas que estaban en grave peligro de extirpación o extinción. En esta dirección se realizaron estudios referentes a la dinámica poblacional, germinación de plántulas y reclutamiento de especies arbóreas, incluido el Encino insular (*Quercus tomentella*), el Pino de Guadalupe (*Pinus radiata* var. *binata*) y el Ciprés de Guadalupe (*Cupressus guadalupensis guadalupensis*). Estas dos últimas especies han tenido aumentos poblacionales muy significativos. Para el Ciprés se ha estimado la cantidad total de renuevos a la fecha en cerca de 128,000 individuos.

Debido a que la fauna exótica ha diezmado la vegetación y a las aves durante 150 años, se desarrolló un marco de referencia en cuanto a la composición espacial y temporal de la avifauna de la isla mediante estudios que comprenden: inventarios de avifauna, estatus poblacional y éxito reproductivo, así como el establecimiento de una estación MAPS (Monitoring Avian Productivity and Survivorship).

Se efectuaron diversos estudios referentes a la morfometría, alimentación y fluctuaciones poblacionales del gato feral (*Felis silvestris catus*), con el objetivo de generar información base para una futura erradicación de la población en la isla. Aunado a estos esfuerzos se realizó el control poblacional de gato feral en zonas de anidación de aves. Durante el 2009 se eliminaron 278 gatos ferales a través de métodos humanitarios. Con estas acciones se protegió y disminuyó la depredación sobre las diversas especies de aves, en particular el albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*). Los impactos de gatos sobre las poblaciones de aves son severos y en tanto no se lleve a cabo la erradicación, estas acciones de control requieren continuidad para prevenir nuevas extinciones o extirpaciones.



CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1. Estudios de línea base | 1 |
| 2. Exploración | 1 |
| 3. Cartografía de la isla | 2 |
| 5. Acondicionamiento de la estación base | 6 |
| 6. Capacitación de personal | 10 |
| 7. Censo y erradicación de la cabra feral (<i>Capra hircus</i>) | 11 |
| 7.1 Introducción | 11 |
| 7.2 Materiales y métodos..... | 12 |
| 7.2.2 Erradicación de cabras ferales..... | 13 |
| 7.2.3 Prueba de Bondad de Ajuste | 16 |
| 7.2.4 Confirmación del éxito de la erradicación..... | 17 |
| 7.3 Resultados y discusión | 18 |
| 7.3.1 Censo de cabras ferales | 18 |
| 7.3.2 Erradicación de cabras ferales..... | 18 |
| 7.3.3 Prueba de Bondad de Ajuste | 21 |
| 7.3.4 Resultados de la confirmación de ausencia | 21 |
| 7.4 Conclusiones | 22 |
| 8. Censado y erradicación de perro feral (<i>Canis lupus familiaris</i>)..... | 23 |
| 8.1. Introducción..... | 23 |
| 8.2 Materiales y métodos..... | 24 |
| 8.2.1 Método de censado de perro feral..... | 24 |
| 8.2.2. Método de erradicación de perro feral | 25 |
| 8.3 Resultados y discusión | 29 |
| 8.4 Conclusiones | 31 |
| ANEXO 4. Oficio FOO-399 Levantamiento veto erradicación feral. | 33 |
| 9. Erradicación de población de gato feral (<i>Felis silvestris catus</i>)..... | 34 |
| 9.1 Atributos poblacionales y línea base | 35 |
| 9.1.1 Introducción | 35 |
| 9.1.2 Materiales y métodos..... | 36 |
| 9.2.3 Resultados y discusión | 38 |
| 9.2.4 Conclusiones | 48 |



- Convis, C.L. Jr. 2001. Conservation Geography: Case Studies in GIS, Computer Mapping, and Activism. Esri Press. 250 pp.
- Cruz JB, Cruz F. 1987. Conservation of the dark rumped petrel (*Pterodroma phaeopygia*) in the Gala'pagos Islands, Ecuador. *Biol Conserv* 42:303–312
- Cruz, F., C. J. Donlan, K. Campbell, and V. Carrion. 2005. Conservation action in the Galapagos: feral pig (*Sus scrofa*) eradication from Santiago Island. *Biological Conservation* 121:473–478.
- Cruz, F., V. Carrión, K.J. Campbell y C.J. Donlan. 2009. Bio-economics of large-scale eradication of feral goats from Santiago island, Galápagos. *Journal of Wildlife Management* 73(2):191-200.
- Cruz, J.B., Cruz, F. 1987. Conservation of the dark rumped petrel (*Pterodroma phaeopygia*) in the Galápagos Islands, Ecuador. *Biology Conservation* 42:303–312
- Daniel, W. W. 2000. Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. Limusa, D. F. 878 p.
- DeSante D.F., K.M. Burton, P. Velez, D. Froehlich y D. Kaschube. 2007. MAPS Manual 2007 Protocol. The Institute of Bird Populations. 76 pp.
- DeSante, D.F. and M.P. Nott. 2001. An overview of the North American Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) program. In the 2001 EURING Newsletter (Volume 3) edited by Fernando Spina, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "Alessandro Ghigi".
- Diario Oficial de Federación (D.O.F.) 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
- Donlan, C. J., B. R. Tershy, B. S. Keitt, J. A. Sanchez, B. Wood, A. Weinstein, D. A. Croll, and M. A. Hermosillo. 2000. Island conservation action in northwest México. Pages 330-338 in Browne, D. R., K. L. Mitchell, and H. W. Chaney (eds.), *Proceedings of the Fifth California Islands Symposium*. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, CA.
- Dunlap, E. 1988. Laysan Albatross nesting on Guadalupe Island, Mexico. *American Birds*, 42:180-181.
- Dunning J. B., Jr. 1993. CRC handbook of avian body masses. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.
- Edwards, G.P., N.D. de Preu, B.J. Shakeshaft y I.V. Crealy. 2000. An evaluation of two methods of assessing feral cat and dingo abundance in central Australia. *Wildlife Research* 27:143-149.
- Elzinga, C. L, D. W. Salzer, J. W. Willoughby, and J. P. Gibbs. 2001. *Monitoring Plant and Animal Populations*. Ed. Blackwell Science Inc., MA. 360 pp.
- Erickson, R. A., M. J. Iliff, E. Palacios y R. Carmona. 2005. The fall



| | |
|---|----|
| 10. Estudio poblacional de aves | 49 |
| 10.1 Estatus poblacional del junco de Guadalupe (<i>Junco insularis</i>) en la isla Guadalupe | 55 |
| 10.1.1. Introducción | 55 |
| 10.1.2. Objetivo | 56 |
| 10.1.3. Métodos | 56 |
| 10.1.4. Resultados..... | 58 |
| 10.1.5. Discusión..... | 60 |
| 10.2 Establecimiento de una estación MAPS (Monitoreo de Productividad Aviaria y Sobrevivencia) en isla Guadalupe..... | 62 |
| 10.2.1. Introducción | 62 |
| 10.2.2. Objetivo | 63 |
| 10.2.3. Métodos | 63 |
| 10.2.4. Resultados..... | 64 |
| 10.2.5. Discusión..... | 65 |
| 10.3. Monitoreo de Aves Terrestres..... | 66 |
| 10.3.1 Introducción | 66 |
| 10.3.1. Objetivo | 66 |
| 10.3.2. Métodos | 67 |
| 10.3.3. Resultados y discusión | 68 |
| 10.4 Monitoreo del éxito reproductivo del Albatros de Laysan (<i>Phoebastria</i> <i>immutabilis</i>)..... | 69 |
| 10.4.1. Introducción | 69 |
| 10.4.2. Métodos | 70 |
| 10.4.3. Resultados y discusión | 71 |
| 11. Estudio de la vegetación de la isla Guadalupe | 72 |
| 11.1 Introducción | 72 |
| 11.2 Métodos..... | 72 |
| 11.3 Resultados y discusión | 73 |
| 12. Estudios poblacionales de especies arbóreas en isla Guadalupe..... | 83 |
| 12.2 Estudios demográficos de Pino de Guadalupe (<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i>) y Encino insular (<i>Quercus tomentella</i>) | 84 |
| 12.2.1 Introducción | 84 |
| 12.2.2. Métodos | 85 |
| 12.2.3. Resultados y discusión | 89 |



| | |
|---|-----|
| 12.3 Estudio de dinámica poblacional del Ciprés de Guadalupe (<i>Cupressus guadalupensis guadalupensis</i>): Marcaje de plántulas y germinación. | 93 |
| 12.3.3. Introducción | 93 |
| 12.3.2. Métodos | 94 |
| 12.3.3 Resultados y Discusión..... | 97 |
| 12.4 Avances de las estimaciones de nuevos reclutas de especies nativas arbóreas y no arbóreas..... | 97 |
| 12.4.1 Introducción | 97 |
| 12.4.2. Materiales y métodos | 98 |
| 12.4.3. Resultados y discusión | 98 |
| 12.5 Avances relativos a la descripción de las comunidades vegetales..... | 99 |
| 12.5.1 Introducción | 99 |
| 12.5.2 Métodos | 99 |
| 12.5.3 Resultados y discusión | 100 |
| 13. Estudio de recuperación del suelo..... | 105 |
| 13.1 Acciones y monitoreo de la recuperación de suelo | 106 |
| 14. Estudio climatológico | 108 |
| 14.1 Introducción | 108 |
| 14.2 Métodos | 109 |
| 14.3 Resultados y discusión | 109 |
| 15. Estudios sociales y educación ambiental..... | 118 |
| 15.1. Fortalecimiento comunitario vinculado a la conservación en la isla Guadalupe | 118 |
| 15.1.1. Introducción | 118 |
| 15.1.2. Metodología | 119 |
| 15.1.3. Operación del Programa | 120 |
| 15.2. Evaluación del programa de educación ambiental en la isla Guadalupe | 123 |
| 15.2.1. Introducción | 123 |
| 15.2.2. Materiales y métodos | 123 |
| 15.2.3. Resultados y discusión | 124 |
| 16. Literatura Citada | 127 |



1. Estudios de línea base

El convenio contraído inicialmente por el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (Conservación de Islas) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) refiere cinco líneas de acción. La primera de ellas contempla estudios de línea base, donde los resultados integrados en un marco conceptual permitan definir correctamente las estrategias, acciones, instrumentos y métodos a utilizar con miras a la restauración y conservación de la isla en el largo plazo.

En los estudios de línea base se contempló la recopilación y generación de información diagnóstica sobre el estado actual de la isla y la caracterización biológica y socioeconómica de la comunidad local. Además, se elaboraron estudios que dan sustento a actividades de restauración: demografía de pinos y ciprés; inventarios florísticos; asociación de comunidades y ubicación espacial de las mismas; inventarios de avifauna, estatus poblacionales y distribuciones.

En este sentido, los estudios de línea base en isla Guadalupe se han realizado con apego a lo definido en el programa y se han ejecutado con una combinación de métodos formales con el conocimiento naturalista y sostenido de la isla. A la fecha, es posible afirmar que los objetivos definidos para esta línea de acción se han alcanzado. No obstante, a partir de los mismos se ha impuesto la necesidad, en forma adaptativa, de explorar nuevas líneas de investigación.

2. Exploración

El trabajo de conservación de ecosistemas conlleva necesariamente un conocimiento detallado del medio. El trabajo exploratorio en isla Guadalupe ha sido resultado de diversas expediciones. Desde 2003, año en que Conservación de Islas inició el trabajo continuo de restauración en la isla (Aguirre-Muñoz et al. 2003), a la fecha se han recorrido con detalle y documentado todas las regiones que conforman este ecosistema. Lo anterior ha dado lugar a variados y recientes productos de investigación básica y aplicada, tanto de recorte disciplinario como interdisciplinario (Aguirre-Muñoz et al. 2005a; Aguirre Muñoz et al. 2005b; Barton et al. 2004; Barton et al. 2005; Ezcurra et al. 2005; García-Gutierrez et al. 2005; Junak et al. 2005; Keitt et al. 2005a; Keitt et al. 2005b; Luna-Mendoza et al. 2005), así como trabajos de divulgación (Henry y Aguirre-Muñoz 2007; Samaniego et al. 2007).

Como parte de este objetivo se realizaron prospecciones desde aire, por avioneta y helicóptero, y recorridos terrestres en vehículos tipo todo terreno y, sobre todo, a pie. La primera generó el conocimiento del entorno general de la isla, y la segunda aportó información específica del estatus de conservación de los elementos que constituyen el ecosistema.



El conocimiento de procesos y patrones ecológicos de la biota de isla Guadalupe alcanzado por el personal de Conservación de Islas, ha permitido su colaboración en publicaciones y foros nacionales e internacionales (Aguirre-Muñoz et al. 2006; Samaniego-Herrera y Peralta-García 2006; Wolf et al. 2006). Destaca también la elaboración del Estudio Técnico Justificativo hecho por Conservación de Islas (Aguirre-Muñoz et al. 2003), y la colaboración en la gestión del decreto como Reserva de la Biosfera en abril del 2005 (SEMARNAT 2005), de la mano con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Los objetivos trazados para la fase exploratoria fueron agotados cabalmente y la información específica obtenida en estas actividades forma parte de cada una de las líneas que aborda el proyecto. La información general forma parte de los productos que se detallan en los apartados de zonificación y cartografía.

3. Cartografía de la isla

Los primeros esfuerzos para contar con la cartografía y batimetría detallada de la isla fueron desarrollados con base a una fotografía aérea (Figura 1) de la Marina de los E.U.A. en 1945 (García-Gutierrez et al. 2006). Posteriormente, la Comisión Nacional del Territorio Nacional, ahora el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), elaboró ortofotos a partir de un vuelo de avión realizado en 1980, en las cuales se interpolaron las curvas de nivel de la isla, mostrándose una topografía completa y de calidad.

Conservación de Islas digitalizó la ortofoto de INEGI (1980) mediante un scanner de alta resolución. Asimismo, las imágenes fueron referidas geográficamente utilizando el programa ArcView versión 3.2, con la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) y el Datum NAD27 (escala de 1:20,000). Al ingresar la información en el SIG se tomó en cuenta el Datum WGS84 por ser más preciso. Finalmente se generó una sola imagen (Figura 2A), que sirvió de base para digitalizar los principales rasgos de la isla y generar los productos cartográficos y de zonificación, incluyendo un modelo digital de elevación.

Gracias a un vuelo especial de un avión de la NOAA, gestionado por Conservación de Islas, mediante el sensor experimental FireMapper se obtuvo una imagen multiespectral de muy alta resolución (Figura 2B). Este sensor obtiene imágenes infrarrojas de temperatura que son muy útiles en actividades forestales (Hoffman et al. 2003). Las imágenes que se obtuvieron con este sensor, cuya definición llega a ser superior a 50 cm por píxel, permitieron hacer los análisis de ubicación de los bosques y su distribución histórica, incluyendo una perspectiva comparativa en el tiempo, rasgos de la vegetación, texturas y tipos de suelo.

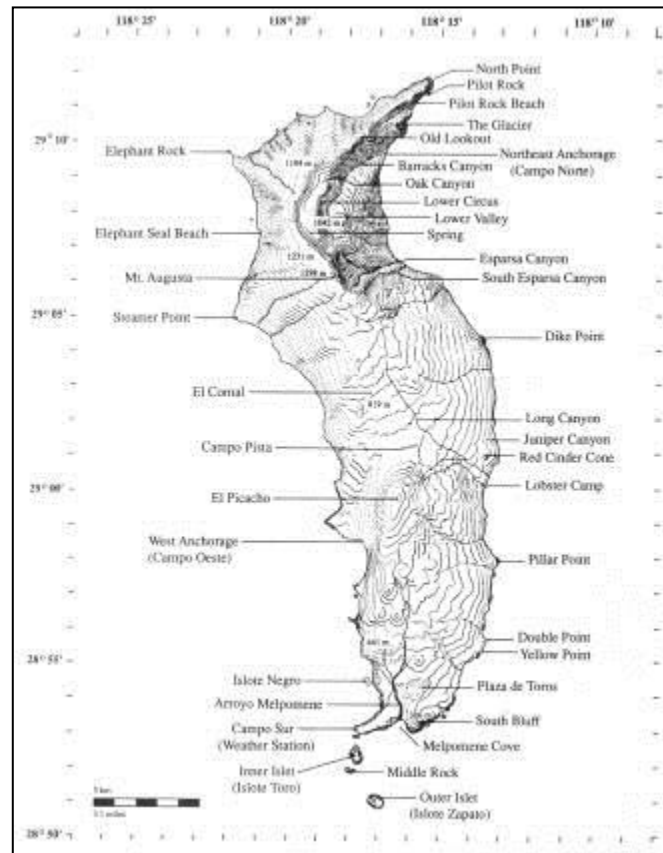


Figura 1. Mapa de Isla Guadalupe, USDMA Chart 21661, 1982.

También se adquirió una imagen satelital multispectral Quickbird, especial y sobre pedido (Figura 2C). Este satélite comercial de observación de la Tierra actualmente es el que ofrece la más alta resolución, y recolecta imágenes pancromáticas (blanco y negro) y multispectrales (azul, verde, rojo e infrarrojo) con una resolución de 2.44 y 0.61 m (Anderson et al. 2005). Ambas imágenes, de fotografía aérea e imagen satelital, se complementaron con un modelo digital de elevación del terreno "SRTM" con una resolución de celda de 90 m y con un modelo obtenido a partir de información de INEGI con una resolución de celda de 5 m. Finalmente se generaron archivos de sitios, vectores y superficies mediante la digitalización directa sobre las imágenes.

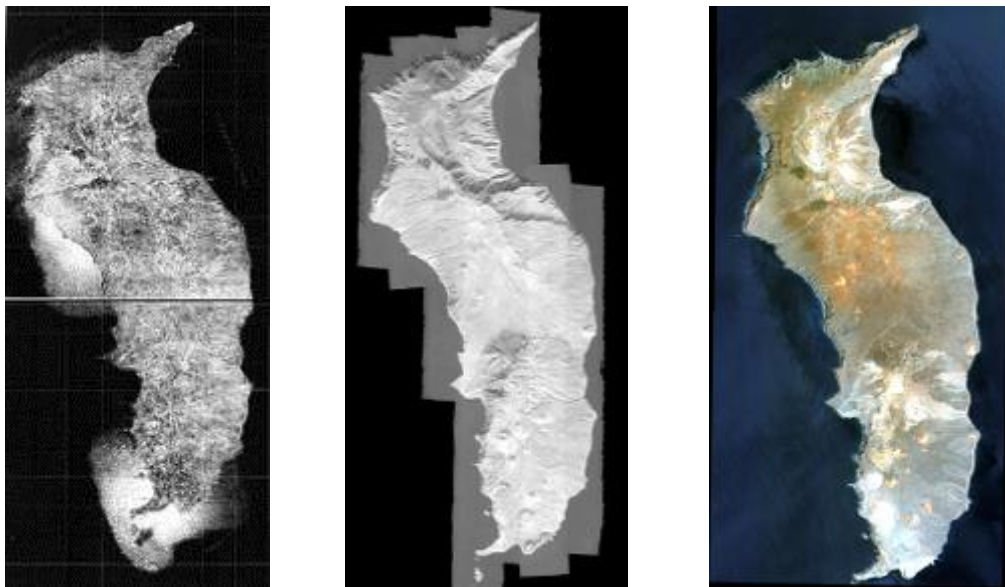


Figura 2. A) Ortofoto INEGI; B) Fotografía aérea FireMapper; y C) Imagen satelital sensor Quickbird.

Las imágenes y el modelo de elevación permitieron realizar un modelo de elevación tridimensional y texturizado de la isla (Figuras 3-5) y ANEXO 1- Cartografía generada para isla Guadalupe. Este modelo es de mucha utilidad para observar diversos rasgos como tipos de suelos, vegetación, hidrología superficial y pendientes (García-Gutiérrez et al. 2005). Además, se facilitan los trabajos de restauración, incluyendo la cacería aérea y a pie de cabras ferales. Así, el desarrollo y aplicación de un SIG especial para la isla ha sido una herramienta muy valiosa para la planeación y ejecución del programa de erradicación de especies exóticas, mejoramiento de caminos y estudios de línea base de los bosques y vegetación en las distintas zonas. La continua alimentación del sistema con la información recabada en campo permitirá realizar el análisis, el monitoreo dinámico y la toma de decisiones en las labores de restauración de hábitat y conservación de la isla.

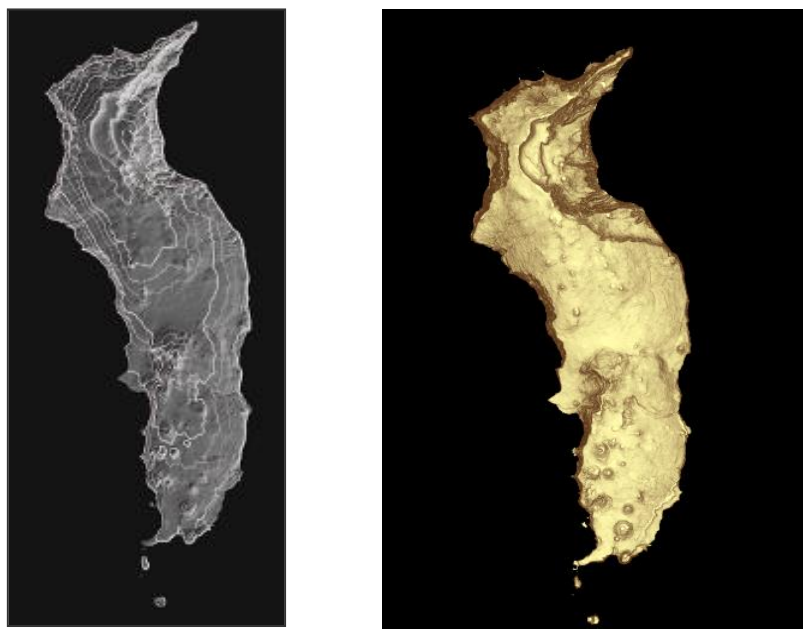


Figura 3. A) Imagen con las curvas de nivel; B) Imagen del relieve de la isla.

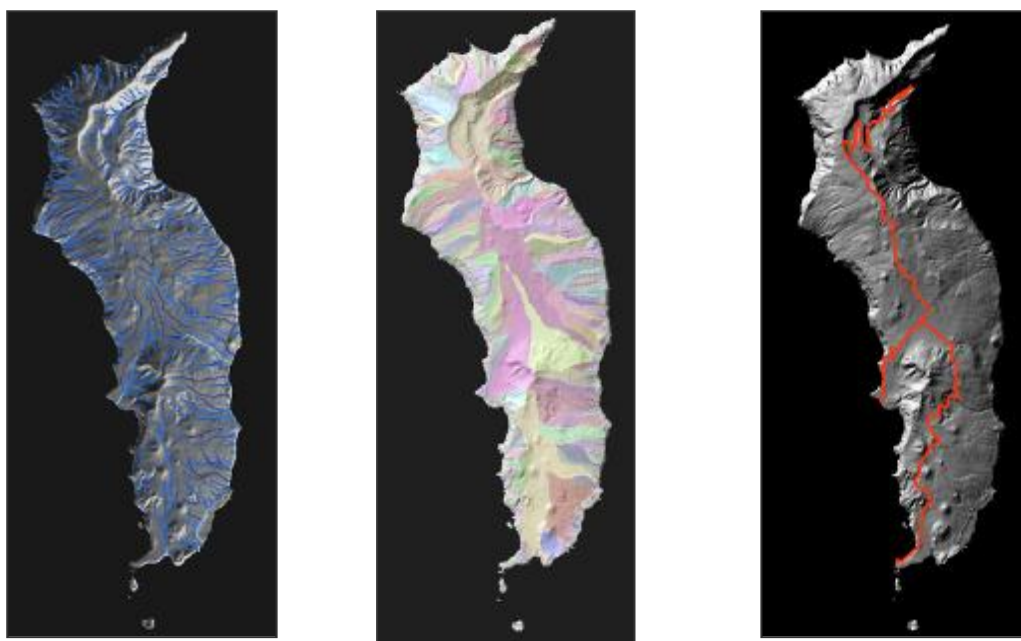


Figura 4. A) Hidrología superficial; B) Patrones de escurrimiento; C) Trazado del camino rural de la isla



4. Zonificación de la isla

La zonificación constituye un diagnóstico ambiental del área para la cual se busca comprender e interpretar los procesos ecológicos, mediante la caracterización del medio físico, biótico y de infraestructura social (Convis 2001). El objetivo de ésta caracterización es determinar su aptitud natural y su funcionalidad.

Para el área de influencia de isla Guadalupe se estableció la zonificación con el objetivo de elaborar un diagnóstico ambiental espacial que permite interpretar la caracterización de los componentes físico, biótico y social. Esta es una herramienta esencial para la planificación e implementación de las actividades de restauración y conservación proyectadas. Para la zonificación de la isla se utilizó el programa especializado para manejo de información geográfica ArcView 3.2. Con este programa se generó un SIG que incluyó capas de información topográfica e hidrológica. La utilización de los SIG en diversos campos ha demostrado ser una herramienta muy útil en la toma de decisiones (Burrough y McDonnell 1998).

La información base se diseñó a partir de la proyección de las cuencas hidrográficas presentes en el sistema. Cada cuenca equivale a una unidad ambiental, las cuales son áreas geográficas determinadas con características propias y ciertas condiciones de homogeneidad ambiental en cuanto a su fisonomía y relaciones funcionales (Steer et al. 1997).

La información obtenida en campo de las zonas de pastoreo, de refugio y de crianza de cabras ferales, las zonas de mayor abundancia de gatos ferales, las zonas de mayor abundancia de perros ferales, y de las zonas de distribución de la vegetación de la isla, formaron parte del conjunto de datos que posteriormente se proyectaron sobre el mapa de cuencas de la isla. Esta información integrada ha mostrado ya sus bondades como herramienta importante en la operación de las actividades del proyecto. En el Anexo I se incluyen los principales productos de este apartado y de igual forma se incluyen los archivos electrónicos de éstos, agotando de esta forma los objetivos trazados para este apartado.

5. Acondicionamiento de la estación base

El proyecto de Restauración y Conservación de isla Guadalupe ha requerido de un monitoreo continuo que obliga a la permanencia de personal técnico y científico en campo, además de la utilización de material y equipo diverso. La adecuación de una estación biológica funcional y efectiva ha representado una tarea prioritaria para el desarrollo de las actividades del proyecto.

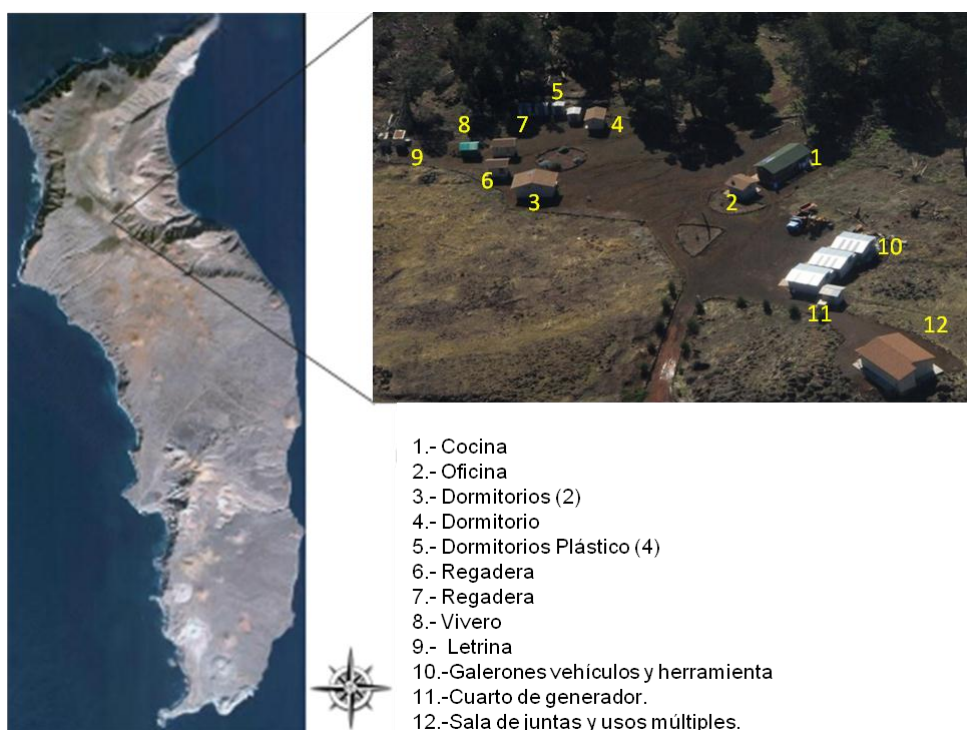
Desde enero de 2004, Conservación de Islas inició trabajos de habilitación de instalaciones en la zona norte y alta de la isla, junto al bosque. Se trata de un



conjunto de pequeñas edificaciones que permiten la funcionalidad para las diversas actividades del proyecto. Actualmente la estación biológica "Campo Bosque" cuenta con 15 edificaciones de diversos materiales, principalmente cemento y madera certificada libre de plagas. Casi todo el material utilizado en el acondicionamiento y construcción fue llevado desde Ensenada por vía marítima. Algunos materiales, como fibra de vidrio aislante (producto del desmantelamiento de algunas instalaciones cerca del destacamento de la Semar) fueron también aprovechados (Figura 5 y Figura 6).



Figura 5. Vista panorámica de la Estación Biológica "Campo Bosque".



F

Figura 6. Ubicación de las instalaciones de la estación biológica "Campo Bosque" en la isla (coordenadas UTM 370897 E y 3220931 N) y la distribución de los edificios.



El primer edificio construido cumple ahora la función de cocina y comedor (edificio 1). A un costado se ubica la oficina (edificio 2), ambos inmuebles construidos con cimientto de roca y cemento, las paredes y techo son de madera. Son tres espacios asignados a dormitorios (edificios 3, 4 y 5) dos de ellos construidos de igual forma, con paredes y techo de madera y uno más con material plástico.

Otros edificios, como los almacenes para vehículos y herramienta (edificio 10), área de regaderas (edificios 6 y 7) y letrina seca ecológica también fueron construidos en base a cimientos de roca y cemento, paredes y techo de madera. Con el objetivo de reforzar las actividades de reforestación de especies endémicas, se desarrolló un pequeño vivero (edificio 8), con capacidad para la producción de 500 plántulas. Su construcción fue de igual forma, con cimientto de roca y cemento, los techos y paredes son de malla de sombra de polipropileno sobre una estructura de madera, el último edificio construido fue la sala de juntas o usos múltiples que está construida sobre cimientos de roca, estructura de metal-sistema y recubierta de hojas de madera libres de plagas.

El suministro de agua para el campamento es mediante una red conectada al manantial que se ubica en la región noreste de la isla. Fue necesaria la implementación de un sistema de bombeo debido a que la estación se encuentra ubicada a 250 m sobre el nivel del manantial. Este sistema funciona con un tanque para la extracción de agua en el manantial, el mismo que contiene la bomba sumergible, y dos tanques que sirven de suministro y almacenamiento para las actividades de la estación biológica. Las adecuaciones hechas por Conservación de Islas para este suministro de agua mejoraron además la higiene de esta fuente de agua para la cooperativa pesquera local, que se abastece cotidianamente de ahí mismo.

La energía eléctrica es proporcionada por un sistema de paneles solares (Cuadro 1), que se conectan a baterías de 12 voltios para su almacenamiento. Por otro lado, la estación cuenta con dos plantas generadoras de energía eléctrica, una a base de gasolina (6.5 KW, 110- 220 V) y otra de diesel (10 KW, 110- 220 V).

Cuadro 1. Descripción del equipo y maquinaria que opera en la estación biológica "Campo Bosque".

| Cantidad | Equipo | Especificaciones | Función |
|----------|---------------------|------------------|--------------------------|
| 6 | Placas solares | * | Captación energía solar |
| 2 | Generadores eólicos | | Captación de energía por |



| Cantidad | Equipo | Especificaciones | Función |
|----------|-----------------------------------|---|--|
| | | | viento |
| 12 | Acumuladores de carga para camión | 6 volts de ciclo profundo | Almacenamiento energía solar |
| 1 | Reguladores de carga | | Regular la carga que entra al sistema de baterías |
| 2 | Convertidor de voltaje | De 12 v a 115 v, y de corriente directa a corriente alterna | Suministra energía para actividades del campamento |
| 1 | Bomba sumergible | 3 hp / 220 volts monofásica sumergible de alta presión | Bombear el agua del manantial a la estación biológica |
| 3 | Tanques Rotoplas | 5000 L | Uno asociado al manantial para extracción; dos tanques como reserva asociados a red de consumo |
| 1 | Antena satelital de Internet | | Captación de la señal de satélite para comunicación |

El trabajo de logística y mantenimiento de la estación biológica requiere del uso de vehículos todo terreno. Para estas funciones se cuenta con tres vehículos tipo pick-up marca Toyota de doble tracción, así como dos cuatrimotos marca Honda modelo Foreman. Para realizar los trabajos de restauración de suelo y rehabilitación del camino se cuenta con una retroexcavadora marca Case modelo 580D y un camión de volteo marca Ford modelo F700.

La habilitación, equipamiento y acondicionamiento de la estación biológica se ha llevado a cabo en el sentido de facilitar el trabajo eficaz y conveniente, que permita cumplir adecuadamente con la misión de la restauración y conservación de la isla, y en específico con las complejas y demandantes tareas del proyecto. Más aún, se ha abierto la opción de que se brinden las condiciones para la realización de múltiples proyectos específicos de conservación e investigación, incluyendo el desarrollo de seminarios y talleres en un lugar idóneo para la vinculación entre teoría y práctica. Estas instalaciones en la isla Guadalupe sirven de esta manera para la propia restauración de la isla y son además modelo y fuente para restaurar otras islas y capacitar personal de diversas regiones y naciones. Un caso de gran valor, fueron las sesiones de campo del Primer Taller Internacional para Control y Erradicación de Gatos Ferales, convocado y organizado por Conservación de Islas, con participación de especialistas de Ecuador (islas Galápagos), Nueva



Zelanda, Australia, Tasmania, Estados Unidos y México, llevado a cabo en febrero de 2007.

6. Capacitación de personal

De acuerdo a las exigencias que demanda coordinar las acciones de un programa de restauración y conservación de la magnitud de isla Guadalupe, el personal de Conservación de Islas participó en diversos cursos de capacitación y adiestramiento. En el mismo periodo, el trabajo realizado en la isla se ha expuesto en diversos foros como parte del compromiso de informar y divulgar las lecciones aprendidas en restauración y conservación de ecosistemas insulares. Se incluye a continuación la relación de los talleres de capacitación y congresos atendidas, y de acuerdo a esto, se han agotado las actividades del rubro de capacitación de personal.

a. Estancia de Investigación. Proyecto de Restauración de Colonias de Aves Marinas por medio de técnicas de Atracción Social. M.C. María Félix Lizárraga. Por concurso. National Audubon Society. 1 de junio – 15 de agosto de 2006. Islas del Golfo de Maine, Estados Unidos.

b. Curso para la Conservación de las Especies Endémicas de las Islas del Mundo. Biól. Luciana Luna Mendoza. Instituto Durrell de Conservación, Jersey, Inglaterra. 21 agosto-1 septiembre 2006. Isla Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.

c. Curso de Introducción al Manejo Integrado del Fuego. TNC-CONAFOR-Gobierno de Coahuila. Biól. Luciana Luna Mendoza. 1-7 octubre 2006. Cuatro Ciénegas, Coahuila.

d. Primer Taller Internacional para Control y Erradicación de Gatos Ferales. Ensenada, B.C. e Isla Guadalupe. Personal de Conservación de Islas como asistentes, ponentes y coordinadores. Febrero de 2007.

e. Curso Taller de Planeación Interpretativa. Impartido por: National Asociation for Interpretation (NAI), Invitación por parte de WWF y CONANP a Grupo de Ecología y Conservación de Islas. Ocean. Ana Allen Amescua. Guaymas, Sonora. 2-6 de Julio 2007.

f. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica, Una Experiencia de Altura. Centro Pronatura de Información para la Conservación, Pronatura Noroeste. Ocean. Ana Allen Amescua. Ensenada B.C. 3-5, 10-12 de Agosto 2007.

g. Simposio de Manejo Sustentable de Malezas y Plantas Invasivas. XVII Congreso Nacional de Botánica. Biól. Luciana Luna Mendoza. 14-18 de octubre de 2007. Zacatecas, Zacatecas.

h. Curso de Capacitación Manejo Integrado del Fuego y generación una de brigada contra fuego. TNC-CONAFOR-GECI-. Biól. Luciana Luna Mendoza, Julio C. Hernandez Montoya, José María Barredo Barberena, Noé Silva. Octubre 2008.



i. Taller Nacional de Monitoreo, Control y Erradicación de especies invasoras. Ensenada, B.C. e Isla Guadalupe. Taller dirigido al personal de CONANP. Personal de Conservación de Islas como asistentes, ponentes y coordinadores. Diciembre de 2008.

j. Seminario Móvil Internacional Manejo y Planificación de Áreas Naturales Protegidas- Organizadores: Conservation International y El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Financiamiento: Conservation International a través de The Global Conservation Fund. MC. Julio C. Hernández Montoya. Costa Rica y Nicaragua del 15 de Abril al 1 de Mayo del 2009.

7. Censo y erradicación de la cabra feral (*Capra hircus*)

7.1 Introducción

Aunque se desconoce la fecha exacta de la introducción de cabras a la isla Guadalupe, se tiene la certeza de que ésta fue hecha por la tripulación de buques de cazadores de mamíferos marinos, al igual que se presentó en otras islas del Pacífico (Moran 1996). El primer reporte sobre su presencia fue hecha por J. Xántus en 1859, y relata que estas cabras eran el suministro de carne para las largas travesías de los marinos (Moran 1996).

Ante un escenario de disponibilidad de recursos suficientes, ausencia de depredadores naturales y la poca competencia, estos herbívoros encontraron las condiciones necesarias para un rápido asentamiento en la isla. Para 1870, se reportó que la población ascendía a más de 100 mil individuos (Moran 1996). Sin embargo se sabe que la abundancia de esta población tuvo importantes fluctuaciones en el tiempo (Aguirre-Muñoz et al. 2005).

Existen antecedentes de cacería y captura de cabras para aprovechamiento en la isla o su traslado al continente (Moran, 1996). Sin embargo estas extracciones nunca tuvieron como fin último la erradicación, por lo que la población de cabras siempre tuvo oportunidad de recuperarse. La presencia de cabras ferales en la isla ocasionó severos impactos directos e indirectos vía sobrepastoreo y compactación del suelo, además de la afectación de hábitat para la fauna nativa, algunos de ellos irreparables. Debido a esto la única alternativa viable para la restauración de la isla contemplaba la necesidad de erradicar la población de cabras ferales (Aguirre-Muñoz et al. 2005).

De esta forma surgió la propuesta del proyecto "Restauración y conservación de isla Guadalupe". En dicho proyecto se estructuró un plan de erradicación que contempló varias líneas de acción. Éstas líneas incluyeron la realización de estudios de línea base y la erradicación como lo recomiendan los protocolos más actualizados (Taylor y Katahira 1988; Campbell 2002; Campbell et al. 2004; Cruz et al. 2005). Los métodos utilizados fueron captura y remoción de organismos vivos de la isla, trampas de corral, trampas de cebo, cacería



terrestre con rifles de largo alcance, cacería asistida con helicóptero y el uso de cabras estériles con radiocollares (cabras Judas).

7.2 Materiales y métodos

7.2.1 Censo de cabras ferales

Los métodos para censos de mamíferos dependen de forma importante del tamaño de las especies y de su historia natural. En todos los casos la primera decisión se debe hacer de acuerdo al propósito del estudio y al nivel de precisión requerida (Krebs 2006). De los métodos comúnmente reportados para censar mamíferos ungulados (transectos lineales, reconocimiento individual, evaluaciones aéreas, señales de pastoreo y conteo de huellas y excretas), el método aéreo es el más empleado (Sutherland 2006, Parkes et al. 1996).

En la isla, el método para el censo de cabras ferales fue el método aéreo. Los censos de individuos se realizaron de manera simultánea con las acciones de erradicación (cacería aérea). Las características de la isla (topografía y tamaño) dificultaron la elección de otro método y la contratación del servicio de helicóptero solamente para la actividad de censado no fue posible, debido al alto costo. Se utilizaron tres distintos helicópteros de alta potencia (Modelos Bell 206 A1, MD 500E y MD 530F) para sobrevolar el área completa de la isla. La cantidad de individuos se calculó en base a cuatro zonas de muestreo (Figura 8): Zona 1 (268 ha), Zona 2 (3,429 ha), Zona 3 (486 ha) y Zona 4 (3,952 ha) y en las cuatro zonas juntas (Zona 1-4). En total se cubrió el 33.6% de la superficie total de la isla (8,135 ha). Los conteos se realizaron durante cinco periodos (P1-P5). P1 se llevo a cabo en 2004 (23-27 de noviembre); P2-P5 en 2005 (P2:23-26 mayo; P3:17-22 de julio; P4:1-3 de agosto y P5:14-15 de agosto). El número total de cabras por periodo se obtuvo de la suma de todos los conteos por zona.

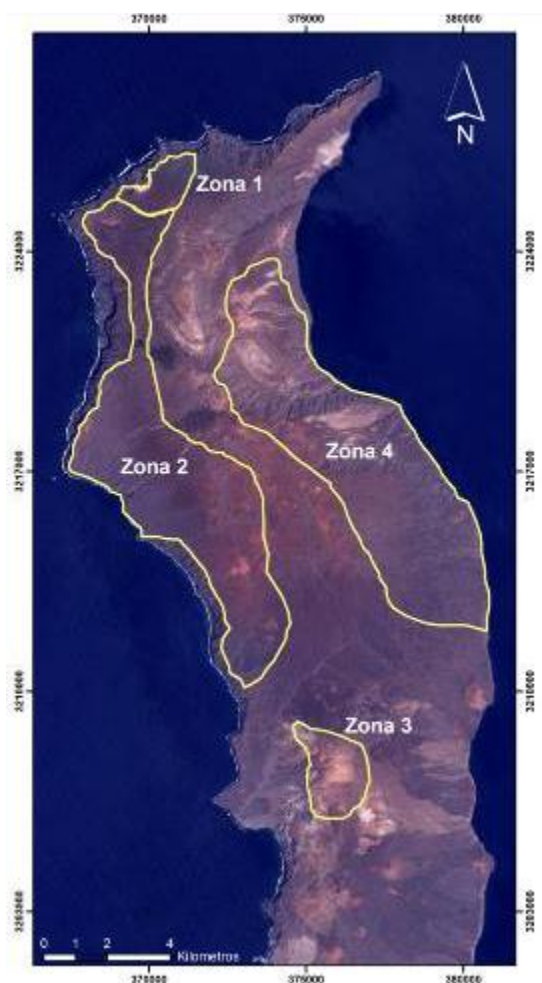


Figura 8. Zonas de censo y erradicación de cabras ferales.

7.2.2 Erradicación de cabras ferales

La erradicación se llevo a cabo de junio de 2004 a agosto de 2005 y de julio a diciembre de 2006. Los métodos empleados fueron trampas de cebo (Veitch y Clout 2002), trampas de corral (Veitch y Clout 2002), cacería terrestre (Keegan et al. 1994 y Morris 1989), cacería aérea (Campbell y Donlan 2005) y cabras Judas (Keegan et al. 1994; Morris 1989). Los tiempos y periodos para la utilización de estas técnicas se ajustaron de acuerdo a las condiciones climáticas y la disponibilidad de recursos financieros, materiales y humanos.



A) Trampa de corral

Se construyeron dos cercos de corral (Jones 1977) en la zona noreste de la isla (UTM 371152E, 3221407N y 371857E, 3221229N) en la formación natural de dos abrevaderos utilizados por las cabras, el primero en el aguaje principal y el segundo al sureste del aguaje. Su operación fue durante la época de sequía en la isla, junio a septiembre de 2004, con el objeto de incrementar la probabilidad de captura por la necesidad de recurrir al abrevadero. Para su construcción se utilizó malla de alambre ciclónica de 1.80 m de altura, postes ganaderos y alambre de púa. Las dimensiones de los cercos fueron 600 m² y 150 m². Se colocó cebo a base de alimento peletizado tipo conejina, agua y sal. El funcionamiento de los cercos es mediante la instalación de rampas que permiten el acceso de los animales pero no así el escape. Estos cercos fueron monitoreados diariamente. Parte de la captura por este medio fue destinado al consumo, y otra parte fue sacrificada con pistola de émbolo oculto, siempre acatando los criterios nacionales e internacionales de sacrificio humanitario (D.O.F. 1996). Como medida sanitaria todos los cadáveres resultados de la operación de erradicación fueron dispuestos en una fosa natural ubicada en el noroeste de la isla, alejada de los asentamientos humanos. Las condiciones climáticas predominantes en la isla permitieron una rápida descomposición de cadáveres, evitando así cualquier riesgo a la salud y al ambiente.

B) Trampas de cebo

La utilización de trampas de cebo inició en septiembre de 2004 y culminó en julio de 2005. Esta técnica ha sido ampliamente documentada en proyectos de erradicación de mamíferos en islas (Veitch y Clout 2002; Keegan et al. 1994). Estas tienen la bondad de la manipulación y movilidad, además de permitir su colocación en veredas y sitios poco accesibles (Krebs 2006). Se colocaron 50 trampas de cebo Oneida Victor Softcatch en zonas identificadas de mayor abundancia de cabra feral (Aguirre-Muñoz et al. 2005), sobre veredas. La colocación de las trampas se realizó durante las primeras horas del día y operaron un promedio de 24 horas. Algunos de los individuos capturados mediante este método fueron utilizados como cabras Judas. El sacrificio siguió el criterio descrito anteriormente (D.O.F. 1996).

C) Cacería terrestre

Este método fue el de mayor duración. El inicio de su operación fue en septiembre de 2004 a julio de 2005 y de agosto a diciembre de 2006. La cacería terrestre es tal vez el método más utilizado en los proyectos de erradicación de mamíferos introducidos en islas (Campbell y Donlan 2005). El trabajo con este método siguió el criterio descrito por Campbell (2002). Durante el primer periodo las acciones fueron llevadas a cabo por dos equipos



de caza, integrado por un cazador experto y un técnico de caza o de telemetría. En el segundo periodo intervinieron dos cazadores haciendo recorridos independientes. Desde octubre de 2004, fecha en que se liberaron las cabras Judas, los cazadores se apoyaron con esta técnica para la localización de manadas evasivas. Se utilizaron rifles de alto poder con mira telescópica (calibres superiores a .222). Esta actividad se llevó a cabo de forma paralela a la utilización de trampas de cepo. De igual forma, se acató el criterio de sacrificio humanitario (D.O.F. 1996).

D) Cacería aérea

El uso de helicóptero como plataforma de cacería se utilizó como un medio para reducir la población de manera drástica, así como para acceder a aquellas manadas que se encontraban en sitios de difícil acceso. La utilización de esta técnica ha sido exitosamente aplicada en las etapas finales de recientes erradicaciones de cabras (Campbell y Donlan 2005). Se utilizaron helicópteros especializados (Modelos Bell 206 A1, MD 500E y MD 530F) tripulados por personal con experiencia en proyectos de erradicación o en faenas de alto grado de dificultad, como fumigación de plantíos en zonas escarpadas. El equipo de abordaje estuvo típicamente conformado por el piloto, un cazador experto, un técnico de telemetría y un técnico de apoyo a la cacería. Las manadas o individuos aislados fueron sacrificados utilizando rifles de repetición y semi-automáticos, así como escopeta. Se utilizó el equipo de telemetría para localizar las cabras Judas y así acceder a las manadas remanentes. Esta técnica se empleó en cuatro distintos periodos, iniciando en noviembre de 2004 y finalizando en agosto de 2005 (los mismos periodos detallados para el censo). En total se utilizaron 97 horas de vuelo.

E) Cabras Judas

Se denominan cabras Judas a aquellos individuos que se esterilizan y se les coloca un radio collar para posteriormente liberarlos. Estos radio collares envían una señal de radio que es recibida mediante una antena tipo YAGI conectada a un receptor y de esta forma permiten la ubicación de los individuos marcados. La función que cumplen las cabras Judas es que al reintegrarse a las manadas, debido a su hábito gregario natural, permiten al cazador rastrear y ubicar a nuevos individuos (Taylor y Katahira 1988, Campbell y Donlan 2005). Este método es muy útil en especial en islas de gran tamaño y topografía complicada (Campbell y Donlan 2005), como es el caso de la isla Guadalupe. Para aumentar su efectividad se utilizaron hembras y machos de distintas edades. Con el fin de facilitar su ubicación en campo y no ser confundidas, se les pintaron los cuernos y los collares de colores llamativos. Durante las etapas de cacería con helicóptero se recapturaron algunas cabras Judas y fueron reubicadas en la isla, de esta forma se



incrementó la eficacia del monitoreo. Esta técnica inició su operación en octubre de 2004, con la liberación de 40 cabras Judas.

Posterior a esta fecha y durante la erradicación algunas Judas fueron reubicadas. En total, de todos los individuos liberados algunos fueron sacrificados por ya no cumplir con el propósito y otros murieron por causas naturales. Un total de 30 cabras con radiocollar (en lo sucesivo denominadas Centinelas) se conservaron para la confirmación de ausencia de cabras sobrevivientes, la etapa posterior a la erradicación.

7.2.3 Prueba de Bondad de Ajuste

Un primer análisis describe la aportación de cada método de erradicación al total de cabras ferales erradicadas de isla Guadalupe, en términos porcentuales y posteriormente por periodo de operación. Siguiendo el método descrito por Campbell et al. (2004) se realizó un análisis del esfuerzo de erradicación por método con los valores del número de individuos erradicados en horas hombre durante el periodo completo de la operación. Los datos se estandarizaron en base a los individuos eliminados por las horas hombre invertidas en dichos procesos, lo cual equivale a la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE).

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los diferentes métodos de erradicación de cabras se realizaron contrastes múltiples en base al algoritmo estadístico de "Bondad de ajuste". Se contrastaron los datos atendiendo a un modelo de homogeneidad en base al promedio de cabras eliminadas entre los diferentes métodos utilizados con un $\alpha=0.5$. El grado de significancia se eligió de ésta magnitud para tener un equilibrio entre la exactitud y la precisión. En cuanto a la elección de la prueba estadística, se asumió la no homocedasticidad de los datos, ya que asumirle le daría incertidumbre a los contrastes.

La prueba estadística de "Bondad de ajuste" según Daniel (2000), se basa en la distancia aritmética que existe entre un valor predicho o esperado y un valor observado, como se muestra en la ecuación:

$$X^2 = \sum \left[\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

Donde O_i es la frecuencia observada para la i -ésima categoría de la variable de interés, y E_i es la frecuencia esperada (dado que H_0 es verdadera) para la i -ésima categoría. El valor de X^2 es una medida del grado con el que los pares de frecuencias observadas y esperadas concuerdan en una situación dada. La naturaleza de X^2 es tal que, cuando hay una congruencia muy estrecha entre la frecuencia observada y la esperada, el valor de X^2 es muy pequeño y cuando la



congruencia es pobre, dicho valor es muy grande. Por consiguiente, sólo un valor suficientemente grande de X^2 causa el rechazo de la hipótesis nula. Para hacer más evidente la diferencia entre métodos se eligió presentarlos en forma grafica (sección de resultados), donde se muestra el dato esperado como una línea horizontal, por lo que los métodos por arriba serian más eficientes y los métodos que se encuentran por debajo fueron insuficientemente eficaces.

7.2.4 Confirmación del éxito de la erradicación.

A) Cabras centinelas

El método de confirmación para la ausencia de cabras ferales en la isla consistió en la localización de las cabras Centinelas. Las cabras Centinelas son las que se denominaron en una fase anterior cabras Judas. Cuando no hay más individuos ferales sin radiocollar a los cuales se les puedan agregar las cabras Judas, éstas últimas se denominan cabras Centinelas (Norman MacDonald, ProHunt de Nueva Zelanda, com. pers. 2005). Su función ya no es delatar a otras cabras para ser sacrificadas, sino confirmar la ausencia a través del registro de falta de compañía. La técnica de cabras Centinelas ha probado ser una herramienta valiosa para la confirmación de la erradicación (Campbell *et. al.* 2004).

A la par de la búsqueda de las cabras Centinelas se llevo a cabo la búsqueda de evidencias directas o indirectas de presencia, sobre todo huellas y heces fecales. Esto se llevo a cabo en aquellas áreas consideradas como de alta probabilidad de presencia de cabras ferales tanto por antecedentes de presencia como por la disponibilidad de recursos, e.g. alimento, agua o refugio, este último uno de los más importantes. Estas búsquedas coincidieron sobre todo con la búsqueda de Centinelas y aquellas relacionadas con otros fines, como colocación de trampas olfativas para la confirmación de la ausencia de perros ferales e inventarios de vegetación, entre otros. Lo anterior se realizó de manera continua desde enero de 2007 hasta diciembre de 2009.

B) Monitoreo aéreo

En febrero de 2007 se realizaron sobrevuelos con helicóptero por un total de 21.9 horas en busca de cabras ferales remanentes. El esfuerzo se repartió en todas las zonas de la isla, y se intensificó en los sitios determinados inicialmente como de mayor abundancia y también aquellos en que el monitoreo terrestre se dificulta. El helicóptero también fue utilizado para la reubicación de algunas cabras Centinelas como estrategia para aumentar su eficacia.



7.3 Resultados y discusión

7.3.1 Censo de cabras ferales

Diversos censos fueron realizados desde las primeras expediciones de Conservación de Islas a isla Guadalupe para estimar la abundancia relativa de las cabras ferales (Aguirre-Muñoz et al. 2003). Posteriormente, al iniciar el proyecto de restauración de la isla se ajustó la metodología y se ejecutó de inmediato el plan de erradicación (Aguirre-Muñoz et al. 2005). Para entonces se tenía una estimación aproximada de la abundancia de cabras ferales en todo el territorio (alrededor de 3,000 individuos), que finalmente se ajustó con el conteo de individuos sacrificados durante la erradicación. Los resultados obtenidos por medio de los censos utilizando los sobrevuelos de la cacería proporcionaron un conteo total para toda la isla. Como lo muestra la figura 1, dado el tamaño de la isla y su complicada topografía, solo el uso del helicóptero permitió llevar a cabo conteos en un corto periodo de tiempo en casi toda la superficie. Los resultados del primer periodo muestran que para noviembre de 2004, había aproximadamente 4,350 individuos en la isla (Cuadro 2).

Cuadro 2. Censos realizados en la isla durante en distintos periodos durante 2004 y 2005

| Cuadrante | Periodo | | | | |
|--------------|---------|-------|-----|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 257 | | | | |
| 2 | 382 | | 184 | 18 | |
| 3 | 545 | | 10 | | |
| 4 | 2,623 | 195 | 94 | 57 | |
| Zona 1-4 | 543 | 946 | 166 | 77 | 70 |
| Total | 4,350 | 1,141 | 454 | 152 | 70 |

7.3.2 Erradicación de cabras ferales

Un total de 7,544 cabras ferales fueron sacrificadas durante la campaña de erradicación en la isla Guadalupe.

El primer método empleado fue la trampa de corral, con la cual en tres meses se capturaron 1,190 individuos. La utilización de esta técnica aportó poco más del 16% del total de cabras ferales erradicadas. Su operación requirió del apoyo de 3 técnicos de campo y un total de 2,376 horas-hombre de esfuerzo. Esta técnica aunque es poco utilizada en la actualidad (Campbell y Donlan 2005), su uso se ha reportado con buenos resultados (Jones 1977) y su



ventaja radica en el posible aprovechamiento del recurso y el menor esfuerzo de horas hombre.

Las trampas de cebo operaron por un total de 10 meses (septiembre de 2004 a julio de 2005) y permitieron la captura de 124 individuos, 40 de los cuales utilizados como cabras Judas, el resto fue sacrificado. La aportación de esta técnica es sólo superior al 1% del total de individuos erradicados. Aunque es bajo este valor, su contribución es importante en términos del acceso a individuos remanentes ubicados en zonas complicadas y, sobre todo, para la obtención de cabras judas en buen estado de salud. Aunque las trampas de cebo resultaron un buen elemento para la erradicación, el método por sí solo no es lo suficientemente eficaz para disminuir la abundancia de la población (Fig. 9).

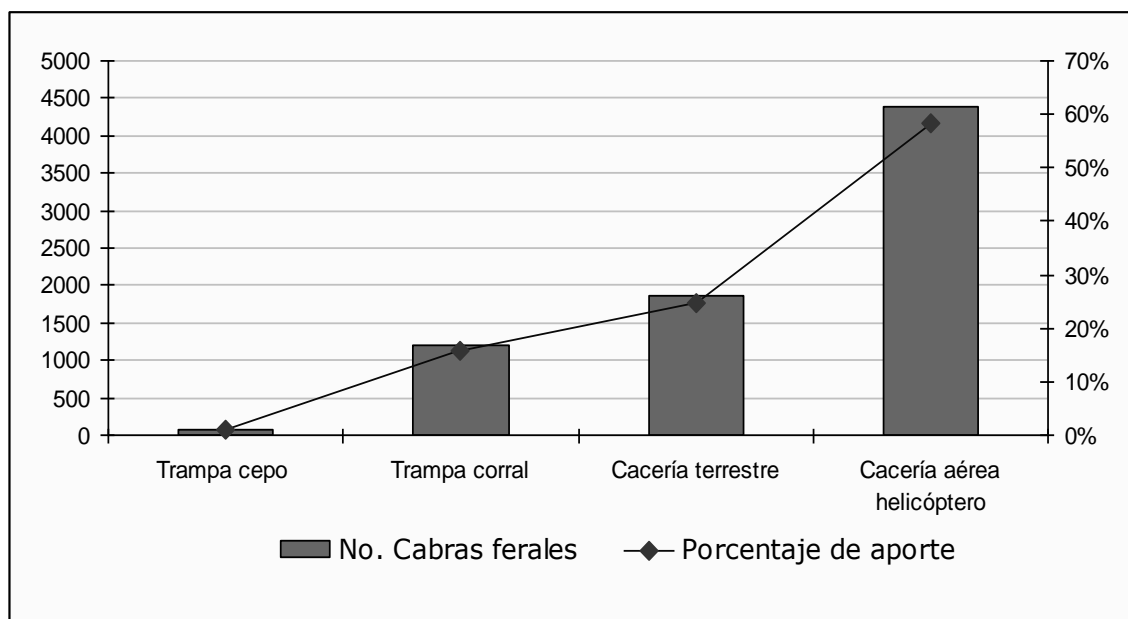


Figura 9. Porcentaje de aportación de cada método empleado en erradicación de cabras ferales

Por medio de la cacería terrestre se sacrificaron 1,854 cabras que representa el 25% del total de individuos. Las horas invertidas con este método (1,800 horas) muestran que es el de mayor constancia en los trabajos de erradicación y el segundo de mayor efectividad, sólo por debajo de la cacería aérea. El análisis de horas hombre ejercido por este método muestra que cada 58 minutos de operación de cada cazador se sacrificó a una cabra feral.



De las 120 erradicaciones de cabras ferales reportadas en islas alrededor del mundo, más de 80 utilizaron el método de cacería terrestre (Campbell y Donlan 2005). Para islas de pequeño y mediano tamaño, este método ha sido de los más favorecidos en el número de erradicaciones exitosas en islas. Aunque gran parte de la probabilidad de éxito de la operación recae en la capacidad de los cazadores, es el método que muestra mayores bondades económicas y de implementación en islas que no sean de gran tamaño ni de topografía compleja, como lo demuestran los resultados obtenidos. Cabe mencionar que esta técnica aplicada en islas con cantiles expone a un gran riesgo al personal de campo responsable de ejecutar las acciones de erradicación.

La cacería aérea fue sin duda el método más efectivo, y de mayor productividad. La efectividad de la cacería aérea para la erradicación de mamíferos mayores ha sido ampliamente reportada (Campbell y Donlan 2005), en particular para islas de mayores dimensiones y de topografía compleja. Con tan solo 97 horas de vuelo para la aplicación de método, que equivalen a un esfuerzo de 291 horas hombre, se sacrificaron un total de 4,391 cabras ferales, esto significa poco más de 45 cabras por cada hora de vuelo, 15 cabras por hora-hombre (CPUE) y una aportación del 58% del total de cabras ferales erradicadas.

En la revisión de trabajos de erradicación de cabras ferales en islas de todo el mundo, realizada por Campbell y Donlan (2005), se detalla que se trata sólo de 13 erradicaciones mediante este método. Pero es razonable destacar que este método es de reciente utilización y los primeros reportes de erradicación con cacería aérea fueron hechos apenas en los años ochenta (Parkes 1990; Campbell y Donlan 2005), además de que su elevado costo y factores logísticos complican su utilización. Cuando se incluye en el análisis el número de cabras ferales erradicadas y hectáreas de islas erradicadas, es notorio el aporte que hace la implementación de esta técnica al quintuplicar el número de hectáreas erradicadas en islas (Cuadro 3; Campbell y Donlan 2005).

Cuadro 3. Relación de cabras ferales erradicadas por método.

| Método | Horas | Individuos | Horas / hombre | Individuos / (hrs-hombre) |
|-------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Trampa cepo | 968 | 84 (40 Judas) | 2904 | 0.03 |
| Trampa corral | 792 | 1190 | 2376 | 0.50 |
| Cacería terrestre | 656 | 1854 | 1800 | 1.03 |
| Cacería por helicóptero | 97 | 4391 | 291 | 15.09 |
| Total | 2513 | 7544 | 7371 | 16.64 |



7.3.3 Prueba de Bondad de Ajuste

Para el análisis de la eficiencia de métodos se realizó una prueba de bondad de ajuste (Figura 10). Esta prueba mostró a la técnica de cacería aérea como la de mayor eficiencia, alcanzando un valor de 15 individuos por hora-hombre. Este análisis funciona con la media de los valores observados y este valor medio se incrementa debido a la elevada aportación de la cacería aérea.

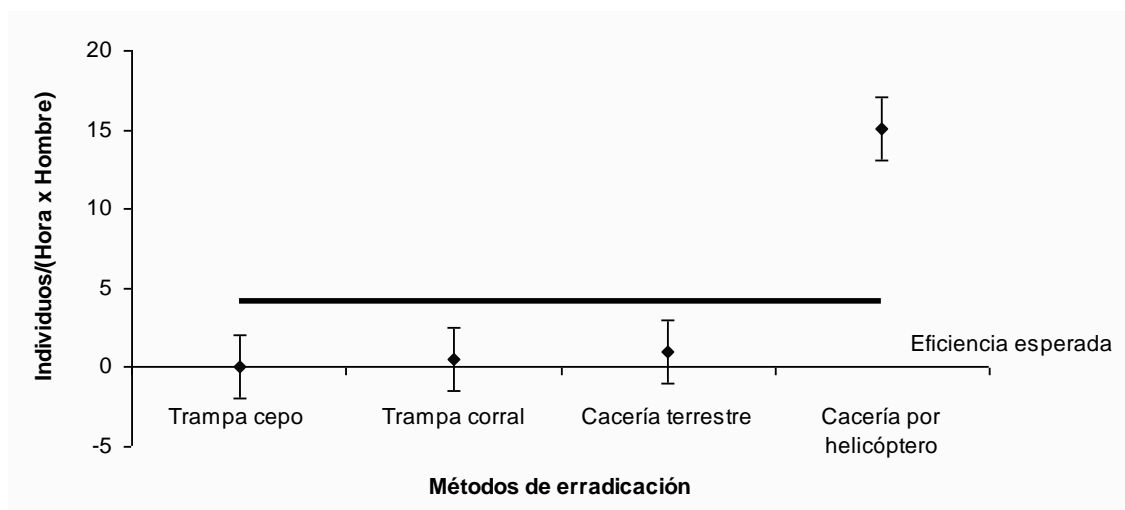


Figura 10. Análisis de eficiencia (prueba de bondad de ajuste: valores de individuos/(horas-hombre) de métodos utilizados en la erradicación de cabras ferales.

7.3.4 Resultados de la confirmación de ausencia

En febrero de 2007 se realizó un sobrevuelo en la isla Guadalupe con duración de 22 horas. Con ese vuelo fue posible confirmar la ausencia de cabras ferales. Los únicos individuos presentes fueron las cabras estériles con radiocollar, conocidas como "Judas" o "Centinelas". A nivel internacional, se ha establecido realizar monitoreos sistemáticos para la confirmación de ausencia post-erradicación a lo largo de al menos dos años (Howald *et al.* 2007). El monitoreo de ausencia se ha realizado en este caso en particular por más de tres años desde que se consideró la erradicación como exitosa, en febrero de 2007. El monitoreo terminó en el segundo semestre de 2010, con la remoción de las cabras centinelas, estableciendo así una ausencia del 100% de cabras ferales en la isla Guadalupe.



Los resultados del monitoreo para la confirmación de la erradicación de cabras ferales destacan que no se han registrado individuos sin radiocollar durante las búsquedas terrestres ni durante los avistamientos. Por tanto, se establece que no existen cabras ferales en la isla, lo que confirma así el éxito de la erradicación.

De enero a diciembre de 2009 se llevó a cabo la búsqueda terrestre por 123 días. Durante el periodo de julio a agosto de 2009 se dedicaron 19 días a esta actividad, un total de 102 horas/esfuerzo y de noviembre a diciembre de 2009, 12 días, un total de 74 horas/esfuerzo. Las búsquedas tanto terrestres como de cabras Centinelas se localizaron en la parte media y norte de la isla, siendo estas zonas las consideradas como de riesgo y de ámbitos hogareños preferentes para las cabras Centinelas. La información de cada una de las centinelas y las horas esfuerzo se detalla en una base de datos anexa. En septiembre y octubre de 2010 se realizó una expedición a la isla para la remoción de las últimas centinelas, 20 días, un total de 320 horas/esfuerzo.

Los resultados hasta el 2008 fueron integrados en un modelo de ausencia desarrollado por personal de Landcare Research, en Nueva Zelanda. Los modelos de ausencia son modelos matemáticos que con la información de esfuerzo de búsqueda/tasa de encuentro de sobrevivientes calcula la posibilidad de que haya individuos remanentes. Este modelo ha sido aplicado para la erradicación de cabras en isla Guadalupe en colaboración con D. Anderson y J. Parkes de Landcare. Los resultados preliminares (en 2008) mostraron que la certeza de ausencia de cabras ferales en la isla Guadalupe es de 99.998%, o bien, que la probabilidad de la presencia de individuos ferales en la isla es 0.002. Dado que las últimas cabras centinelas fueron sacrificadas en 2010, y dado que los últimos datos han sido incorporados recientemente al modelo, la publicación de los resultados aun se encuentra pendiente.

7.4 Conclusiones

La erradicación de cabras ferales en la isla Guadalupe se ha llevado a cabo con éxito. En febrero de 2007 se reportó el objetivo cumplido al no encontrarse sobrevivientes. A partir de 2007 para fines de monitoreo y confirmación de la ausencia de cabras ferales, las cabras centinelas permanecieron en la isla. Estas fueron objeto de monitoreo periódico, hasta la remoción de éstos 23 individuos en octubre de 2010.

Esta es la primera erradicación en el país utilizando con cabras Judas/Centinelas (Campbell y Donlan 2005) y cacería aérea. Por las dimensiones y características de la isla y, sobre todo, por el gran valor de conservación de la isla Guadalupe, representa sin duda el más importante trabajo de restauración insular que se haya llevado a cabo en México hasta la fecha.

Esta acción sienta un precedente en acciones de erradicación en el país. Los métodos empleados además de la capacidad técnica del personal involucrado en las operaciones, pone de manifiesto el profesionalismo del trabajo de todo



un equipo y de una estrecha y fructífera relación de colaboración entre instituciones gubernamentales y Conservación de Islas.

Fue necesaria la utilización de distintos métodos para la erradicación de las cabras ferales en isla Guadalupe, ocasionalmente algunos de ellos de forma paralela. El empleo de distintas técnicas como parte de un mismo proyecto ha sido ampliamente documentado como la mejor opción para lograr los objetivos en corto plazo. En particular el uso de las cabras Judas fue crucial para el trabajo en cantiles y sitios de difícil acceso por tierra, y cuando en las etapas finales se dificulta la localización de individuos aislados. La mayoría de las erradicaciones fallidas de cabras ferales en islas se deben al uso de métodos inadecuados de acuerdo a las características del hábitat y por un deficiente monitoreo de los individuos remanentes (Campbell y Donlan 2005).

El análisis de la efectividad de los métodos empleados para la erradicación, muestra diferencias significativas entre los resultados obtenidos con cada uno de estos y las horas hombre empleadas. El método que mostró mejores resultados en número de individuos por unidad de esfuerzo fue la cacería aérea, con un total de 4,391 cabras ferales en 97 horas de vuelo.

8. Censado y erradicación de perro feral (*Canis lupus familiaris*)

8.1. Introducción

Aunque se desconoce con precisión la fecha de la introducción de perros (*Canis lupus familiaris*) a isla Guadalupe, existe un registro que relaciona su presencia con el establecimiento del campamento pesquero en 1954 (Ibarra-Contreras 1995). Los perros fueron introducidos como animales de compañía y posteriormente se asilvestraron. Al parecer la abundancia de la población nunca llegó a ser de la magnitud de las cabras ferales, aunque sí superó varios cientos de individuos (Ibarra-Contreras 1995). Para 1980 se registró la presencia de 150 perros ferales en la isla, detallando que su población mostraba grandes fluctuaciones a través de los años (Ibarra-Contreras 1995).

Los cambios en la abundancia de la población de perro feral pueden ser explicados al reconocer las fluctuaciones que sufrió la población de cabra feral, la cual constituía su principal presa. La distribución del perro feral en la isla se encontraba directamente relacionada a ésta (Ibarra-Contreras 1995). Su principal refugio se encontraba al sureste del bosque de pino y ciprés. Se sabe poco de la biología y ecología de esta población, y los únicos reportes existentes forman parte de los informes relativos a la existencia de la cabra feral o de la vegetación de la isla (Ibarra Contreras 1995; Moran 1996). Existe un reporte que afirma que la mayoría de estos son descendientes de las razas Dálmata, Doberman y Samoyedo, y que mostraban un comportamiento agresivo, atacando comúnmente al hombre (Ibarra-Contreras 1995).

Ante la amenaza que representa la fauna introducida para las especies nativas, se planteó la necesidad de iniciar un plan de erradicación de los perros ferales



de isla Guadalupe. El proyecto "Restauración y conservación de isla Guadalupe" apoyado por la CONABIO dio inicio en 2004 y tuvo como objetivo lograr la erradicación del perro feral, los cuales fueron erradicados durante el período de 2004 a 2007. Sin embargo, al igual que con las otras especies fue necesario continuar con las labores de monitoreo para confirmar el éxito de la erradicación en la isla con el fin de avanzar en la restauración y conservación de dicho ecosistema insular.

8.2 Materiales y métodos

Se describe a continuación la metodología empleada para las actividades de censo y erradicación del perro feral.

8.2.1 Método de censo de perro feral

Para obtener la abundancia relativa de la población de perro feral en isla Guadalupe se utilizó el método de transectos lineales (Buckland et al. 1993). Eligiendo este método por ser uno de los mejores para el estudio de especies de mayor tamaño o conspicuas (Krebs 2006). De mayo de 2004 a agosto de 2005 se realizaron recorridos por tres transectos o rutas fijas de 52, 4.7 y 0.9 km de longitud, el total de recorrido por día fue de 57.6 km. El primer transecto (52 km) se ubicaba en el camino principal y recorría la isla en sentido longitudinal cubriendo distintos hábitat (e.g., matorral, pastizal y bosque de ciprés). El segundo y tercer transecto (4.7 y 0.9 km), fueron situados en veredas apartadas a más de un kilómetro del camino principal, caracterizados por la presencia de matorral y herbáceas. El transecto uno fue recorrido por un equipo, y los transectos restantes los recorrió un segundo equipo; conformando cada equipo un técnico observador y un conductor. Las observaciones las realizó la misma persona en cada equipo para estandarizar la estimación y se basaron en el número de pares de ojos observados.

Los conteos se realizaron desde la parte trasera de un vehículo doble tracción (camioneta tipo pickup) y una cuatrimoto, conducidos a una velocidad constante de 15-20 km/h. Las observaciones comenzaron en las primeras horas del día con luz, y duraron 3.5 horas.

Los recorridos se llevaron a cabo por tres días consecutivos. En base a la potencial distancia de observación humana en las condiciones ambientales y climatológicas de la isla, se estandarizó el ancho de los tres transectos a 0.2 km. Se obtuvo el promedio para cada periodo de monitoreo y la abundancia relativa registrada fue extrapolada para estimar la población de perro feral.



8.2.2. Método de erradicación de perro feral

De forma inicial el proyecto planteo la necesidad del empleo de distintos métodos con una visión adaptativa a las condiciones que presenta la isla Guadalupe. Las técnicas utilizadas fueron trampas de cebo y la cacería terrestre, las cuales se aplicaron de forma paralela. Los métodos para cada una de estas se detallan a continuación.

A) Trampas de cebo

Estas trampas tienen la ventaja de una fácil manipulación y movilidad, permitiendo con ello su colocación en veredas y sitios poco accesibles (Krebs 2006). Además al ser activada la trampa, el mecanismo permite la captura del individuo sin lastimarlo. Por lo anterior, es común la utilización de estas trampas y ha sido ampliamente documentada en proyectos de erradicación de mamíferos en islas (Veitch y Clout 2002; Keegan et al. 1994).

Durante 14 meses (junio 2004 – agosto 2005) se utilizaron trampas de cebo (Oneida Victor Softcatch). Fueron colocadas 50 trampas de cebo en las zonas identificadas de mayor abundancia de perro feral (Aguirre-Muñoz et al. 2005), principalmente en la zona este y centro de la isla. Las trampas eran colocadas durante las primeras horas del día y fueron revisadas a diario, verificando la operación de las mismas. El cebo utilizado consistió en 30 gramos de carne molida a la que se agregó almidón para darle consistencia y aceite hidrogenado para evitar su rápida desecación una vez expuesto a la intemperie (Travaini et al. 2001). Por último se agregó a la mezcla un atrayente oloroso, utilizado comúnmente para cebar trampas de captura viva o en la instalación de estaciones de olor para carnívoros (Travaini et al. 2001; Novaro et al. 2000; Nottingham et al. 1989).

La operación de este método se llevó a cabo de acuerdo a los siguientes supuestos: (1) los únicos mamíferos que habitan en la isla son introducidos, por lo que no se pone en riesgo a la fauna nativa; (2) todas las trampas tuvieron la misma probabilidad de tener éxito de captura, por lo que ésta depende del lugar de instalación; (3) el éxito de captura fue un indicador de la abundancia de la población en el área de instalación de la trampa, y (4) ante un mismo esfuerzo de captura e igualdad de condiciones de aplicación de la técnica, los cambios en el número de capturas fueron debidos a los cambios en la abundancia de la población.

Las trampas se colocaron en los mismos sitios durante todo el periodo de estudio, evaluando la abundancia de la población en cada zona de la isla, además de avanzar en la operación de erradicación. Únicamente se reubicó la trampa cuando un sitio mostró de forma reiterada (más de tres consecutivas) la inexistencia de individuos. Los datos de captura pasaron a la bitácora de campo en forma de conteos de la población y posteriormente se sacrificaron los individuos en apego a los criterios de sacrificio humanitario de animales silvestres descrito por la NOM-033-ZOO-1995 (D.O.F. 1996).



B) Cacería terrestre

Este método ha sido ampliamente utilizado para poblaciones de caninos en distintas latitudes (Barnett y Rudd 1983; Barnett 1986; Green y Gipson 1994). La operación de este método inicio en junio de 2004 y se mantuvo por un total de 14 meses. Se siguió el criterio reportado por Green y Gipson (1994), de acuerdo a dos grandes periodos de trabajo. Las acciones fueron llevadas a cabo por dos equipos de caza, integrados por un cazador experto y un técnico de caza. Se utilizaron rifles de alto poder con mira telescópica (calibres mayores a .222). Los equipos de trabajo previamente definieron las zonas de operación y se mantuvieron avanzando de forma paralela, permaneciendo en comunicación con equipos de radio de alta frecuencia.

La técnica de caza para la erradicación del perro feral fue semejante a la aplicada para la población de cabra feral, debido a que los principios básicos son aplicables para ambas especies (Green y Gipson 1994). El criterio aplicado describe que ante la agregación de individuos, las hembras deben ser elegidas como el primer blanco, como un esfuerzo para disminuir la tasa reproductiva. Al mismo tiempo se tomó la posición geográfica para reconocer la zona de aparición y establecer una relación de especie-distribución. Los cazadores son altamente calificados y tienen amplia experiencia en proyectos de erradicación, por lo cual acataron todas las medidas de seguridad necesarias.

C) Monitoreo

La operación de monitoreo requirió de la implementación de técnicas alternativas que permitieran obtener información contundente sobre la posible presencia de perros ferales en la isla. Para esto se ha implementaron una red de estaciones con trampas de huellas (Passive track survey), técnica reportada exitosamente para caninos (Roughton y Sweeny 1982; Novaro et al. 2000; Krebs 2006). Se seleccionaron tres estaciones de acuerdo a los sitios de mayor abundancia de perro feral reportado por Aguirre Muñoz et al. (2005). En cada estación se instalaron cuatro líneas (unidades muestrales) con cinco estaciones cada una (Roughton y Sweeny 1982; Novaro et al. 2000). Las estaciones se instalaron a lo largo de veredas y sendas internas, intentando muestrear en forma homogénea la mayor parte de cada estación. En cada estación, ubicada en forma alternada en ambos lados (derecha e izquierda) de 1.5 a 10 m de la vereda (Roughton y Sweeny 1982; Novaro 1991; Novaro et al. 2000), se removieron piedras y vegetación en una circunferencia de 1.5 m de diámetro, se cernió arena fina y se alisó el suelo con un secador para mejorar la identificación de huellas. La primera evaluación de este método se presentó en junio de 2008.

El análisis presentado corresponde a los registros obtenidos por los conteos directos de individuos capturados mediante las trampas de cebo, y adicionalmente a los perros ferales sacrificados por cacería terrestre. Aún cuando existió una aplicación diferencial del esfuerzo de captura, al cambiar el



número de cazadores y horas de la operación, el esfuerzo de captura se evaluó por número de individuos sacrificados en horas hombre.

Para ambas técnicas, los cadáveres de perro feral que resultaron de la operación de erradicación fueron dispuestos en una fosa natural ubicada en el noroeste de la isla, completamente alejada de los asentamientos humanos. Las condiciones climáticas predominantes en la isla permitieron una rápida descomposición de cadáveres, evitando así cualquier riesgo a la salud y al ambiente.

D) Confirmación de Ausencia

Ante la posibilidad de que aún permanecieran individuos aislados, se implementó un programa de monitoreo que contempló métodos activos y pasivos. El método pasivo de trampas de huellas se implementó en agosto de 2007. Los conteos directos por medio de la técnica de transectos lineales (Figura 11) fueron ejecutados al mismo tiempo de la búsqueda de otros mamíferos introducidos a la isla. Posterior a estas acciones se desarrolló el monitoreo de ausencia durante un periodo no menor a 2 años, para tener la certeza de que ningún individuo aislado permaneció en la isla.

La técnica de conteos o censos nocturnos es eficaz en aquellas poblaciones que presentan una densidad de media a alta y que se distribuyen de manera homogénea en el sitio (e.g., gatos). Pero en el caso del perro feral, cuya densidad poblacional siempre fue muy baja y su presencia localizada en sólo ciertos puntos de la isla, el método de conteo de huellas resultó ser el más efectivo (Forsyth et al. 2005).

Es por ello que para la confirmación de la erradicación del perro feral se ha utilizado el método de conteo de huellas (Passive track survey), técnica reportada como exitosa para caninos (Roughton y Sweeny 1982; Novaro et al. 2000; Edwards et al. 2000; Burrows et al 2003; Krebs 2006). Se seleccionaron tres zonas de acuerdo a los sitios de mayor abundancia de perro feral reportado por Aguirre Muñoz et al. (2005). En cada zona se instalaron dos transectos con 10 estaciones cada uno, siguiéndose la misma metodología que en el monitoreo (inciso C) Se utilizó atún de lata y pescado frito como atrayente, que se colocó en la parte central de cada trampa. Por dos noches consecutivas fueron revisadas y reactivadas las estaciones en caso de ser necesario. En la **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la ubicación en campo de los transectos con sus repeticiones. Los tres transectos se ubicaron en la parte norte de la isla.

El índice de abundancia relativa se calculó con la siguiente fórmula (Linhart y Knowlton 1975):

$$\text{Índice} = (\text{Visitas totales de los animales} / \text{total de trampas-noches operadas}) \times 1000$$

Para el cálculo del índice se utilizó el número de huellas registradas por



estación.

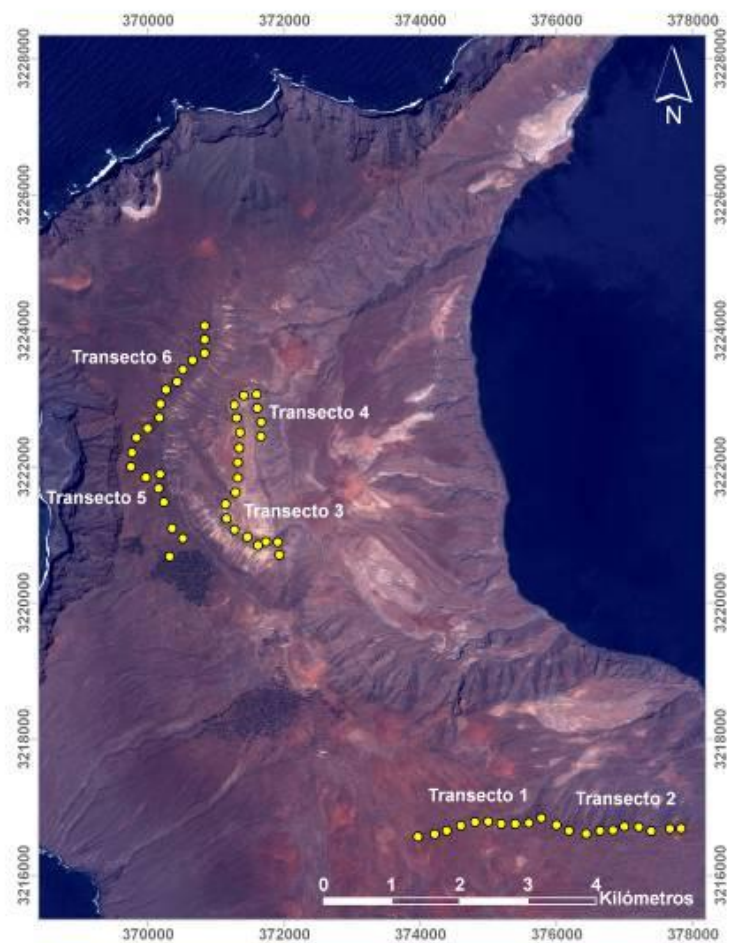


Figura 11. Transectos de las trampas olfativas para la confirmación de la ausencia de perros ferales.



8.3 Resultados y discusión

Para mayo de 2004, el resultado del primer censo que se realizó como parte del proyecto "Restauración y conservación de isla Guadalupe" mostró una población de perro feral muy disminuida, los conteos directos por transectos arrojaron un total de 98 individuos (Aguirre-Muñoz et al. 2005). La información proporcionada por el primer censo permitió conocer algunos hábitos y comportamientos que fortalecerían posteriormente los trabajos de erradicación. Sus hábitos gregarios se definían en jaurías de 3 a 5 individuos. Sus zonas de distribución y mayor abundancia fueron identificadas mayormente el centro y este de la isla (Aguirre Muñoz et al. 2005).

Al ser observada una población poco numerosa y vulnerable de perro feral, al mismo tiempo que se había disposición de recursos materiales y humanos por los trabajos de erradicación de cabras, se tomó la iniciativa de iniciar la operación de erradicación del perro feral. Fue así como en el periodo de junio de 2004 a agosto de 2005 se sacrificaron un total de 64 individuos. De estos, 21 individuos fueron mediante la técnica de trampas de cebo y 43 con cacería terrestre. Cabe destacar que realizar las actividades de erradicación del perro feral, a la par con las de la cabra feral, significó una considerable ventaja operativa, logística y económica.

El 22 de agosto de 2005, Conservación de Islas recibió el oficio número F00-461 de la CONANP (Anexo III) en donde se informa de la suspensión de los trabajos de erradicación en las islas de Pacífico y Mar de Cortés. Desde entonces las operaciones de erradicación de perro feral en la isla Guadalupe, al igual que todas las demás, fueron detenidas. Ante una eventual recuperación de la población de cabra feral se obtuvo un permiso especial de la CONANP mediante el oficio número F00-399 (Anexo IV) en el cual se autorizó concluir la erradicación de cabra feral.

El segundo censo realizado en agosto de 2005, utilizando nuevamente la técnica de conteos directos por transectos, reportó una abundancia relativa de 34 perros en la isla (Figura 12). Todos estos registros fueron en las cercanías de la ubicación del campamento pesquero. Esto se explica no sólo por aquellos perros domésticos que pertenecían a los pobladores, sino también porque era común que algunas personas adoptaran a perros ferales como mascotas. Además los perros ferales que aún permanecían en la isla migraron a la zona circundante al campamento en busca de alimento, ante la escasez de otras fuentes en el resto de la isla.

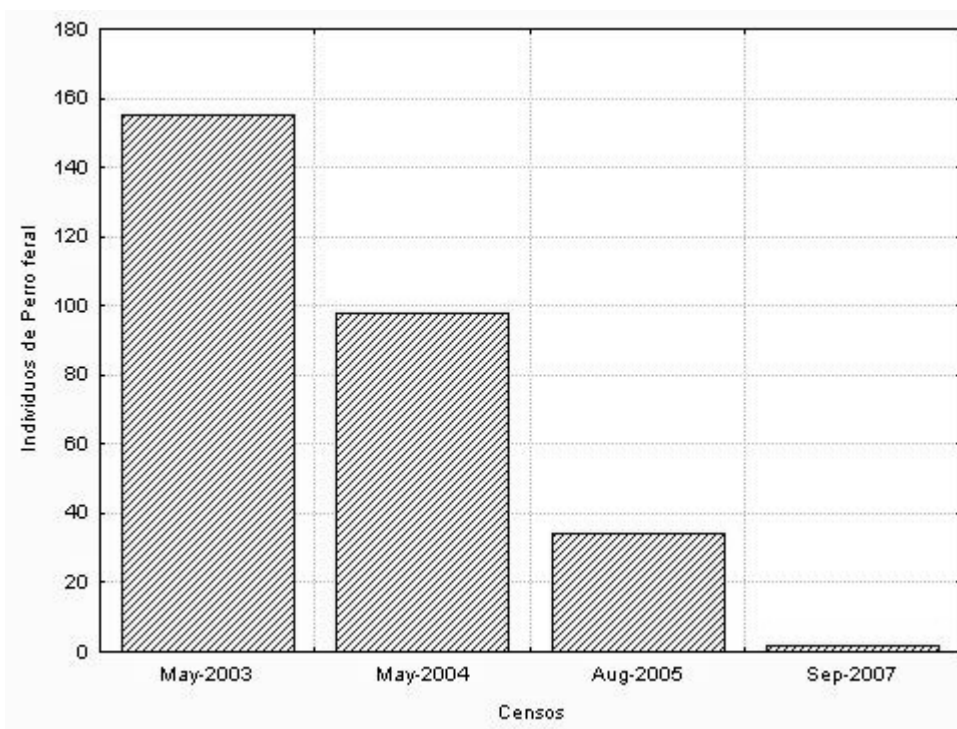


Figura 12. Cambios en la abundancia de la población de perro feral (*Canis familiaris*) en isla Guadalupe.

Fue así como se iniciaron gestiones para solicitar el retiro de estos animales de la isla. Esta actividad fue dirigida por la CONANP, y la primera medida fue concientizar a los pobladores de los potenciales daños ecológicos de sus mascotas al hábitat y las especies nativas. En esta última acción se coordinaron la CONANP y Conservación de Islas.

Posteriormente la CONANP propuso un plazo a la comunidad de pescadores para extraer todos los perros de la isla. La comunidad tomó de forma positiva la medida y comenzaron a sacar a sus mascotas en los viajes que realizan los barcos de la SEMAR. Algunos otros fueron sacrificados por los pescadores al reconocer que no tenían dueño. En total el personal de Conservación de Islas, observó que fueron extraídos 18 perros, de los que se tiene la certeza que nueve eran ferales, y cinco más fueron sacrificados por los pobladores. Esto indica que de los 34 individuos que anteriormente se tenía registro, 23 fueron erradicados. De los restantes once individuos que se llegó a tener registro, Conservación de Islas no cuenta con información certera sobre la extracción de la isla o la permanencia en esta, aunque es razonable discutir sobre posible mortandad debido a la escasez de alimento desde la erradicación de la cabra feral.

Los monitoreos para confirmar la ausencia de perro feral se centraron en el



esfuerzo de búsqueda, que consistió en 120 estaciones/noche por temporada. En ocasiones algunas estaciones/noche se descartaron, debido a erosión por viento, y por tanto, poca confiabilidad en los datos. Sin embargo, durante los 2 años de monitoreo no se registraron huellas de perros en ninguna de las estaciones olfativas de las tres zonas. Las únicas huellas registradas fueron de gatos, aves y ratones. También se registraron huellas de insectos, no incluidas en la base de datos (ver base de datos: PerrosGpe-CONABIO-Enero 2011.xls).

El último esfuerzo de búsqueda, de noviembre a diciembre del 2009, fue de 120 estaciones/noche. Ninguna fue desactivada por la acción erosiva del viento. De manera similar al primer monitoreo del año 2009, en este segundo monitoreo no se detectaron huellas de perros en las estaciones olfativas de las tres zonas. Aunque fue evidente la presencia constante de huellas de otras especies introducidas como gato y ratón, en la gran mayoría de las estaciones olfativas.

8.4 Conclusiones

Para septiembre de 2007 la población de perro feral se catalogaba como una población erradicada. De los últimos 46 perros que permanecían en la isla en su mayor parte eran animales de compañía que pertenecían a familias de la comunidad pesquera. Otra mínima proporción eran animales ferales que mostraban estrecha relación con la población. La actividad de erradicación que llevó a cabo la CONANP, mediante notificación a la comunidad pesquera desalojó a estos últimos animales de la isla. Esta información es apoyada por el resultado de un censo realizado por personal de Conservación de Islas en julio de 2007, en donde la población de perros en la isla era de 46 individuos, y todos estos se registraron en la zona de la comunidad pesquera.

Finalmente a partir de agosto 2007 y hasta diciembre 2009 se realizaron los monitoreos que dieron la confirmación oficial de la erradicación de la población de perro feral de isla Guadalupe. Esto de acuerdo al plazo que establecen los criterios internacionales.

No se registraron huellas de perros en ninguna de las estaciones olfativas. Por ello, dado que todos los registros fueron cero, el índice obtenido a través de la fórmula es igual a cero. Esto confirma un contundente éxito de la erradicación de perro feral en la isla Guadalupe.



ANEXO 3. Oficio F00-461 CONANP. Suspensión de erradicación.



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

COMISIÓN NACIONAL DE
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
PRESIDENCIA

OFICIO NÚM.- F00.-

461

Ciudad de México, a

22 AGO. 2005

DIRECTORES REGIONALES
COMISION NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
PRESENTE

Hago referencia a los Programas de Erradicación de Especies Invasoras que personal de las Direcciones de las Áreas Naturales Protegidas correspondientes operan dentro de sus Programas de Trabajo.

Al respecto, atentamente instruyo se tomen las medidas necesarias para suspender todos aquellos trabajos de erradicación de animales domésticos asilvestrados (chivas, borregos, gatos) y exóticos en las islas del Pacífico y del Mar de Cortés, en tanto no se disponga de un dictamen jurídico en el cual se establezca que dichos procesos no están sujetos a la regulación de la NOM-033-ZOO-1995 *Sacrificio Humanitario de los animales domésticos y silvestres* o en su caso que el método utilizado en los Programas de Erradicación que están operando actualmente sea equiparable a lo establecido en dicha regulación, y/o hasta nuevo aviso mediante comunicado oficial emitido por esta Oficina de Presidencia.

Sin otro particular, les envío un cordial saludo.

SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN
EL PRESIDENTE


SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES
ERNESTO ENKERLIN HOEFFLICH
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

CP Felipe Ramírez Ruiz de Velasco.- Director General de Vida Silvestre. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Alfonso Aguirre Muñoz.- Grupo Ecología y Conservación de Islas.
Oficialía de Partes.- CONANP

EEH/Ovs
C : Mis documentos/Oficios/Erradicación.
22/08/2005 9:16



ANEXO 4. Oficio FOO-399 Levantamiento veto erradicaciones.



COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS.

PRESIDENCIA.

CAMINO AL AJUSCO NO. 200, 3 ER. PISO,
COL. JARDINES EN LA MONTAÑA,
DELEGACIÓN TLALPAN, CÓDIGO POSTAL
14210, EN MÉXICO, DISTRITO FEDERAL.

OFICIO NO. FOO.-

399

CD. DE MÉXICO, A

26 JUL 2006

C. CARLOS CASTILLO SÁNCHEZ,
DIRECTOR REGIONAL NOROESTE DE LA
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.
P R E S E N T E.

Me refiero a mi similar número F00. 461 de fecha 22 de agosto de 2005, a través del cual se instruye suspender todos aquellos trabajos de erradicación de animales domésticos asilvestrados y exóticos en las islas del pacífico y del mar de cortés, en tanto no se disponga de un dictamen jurídico o en su caso que el método utilizado en el programa de erradicación que están operando actualmente sea equiparable a lo establecido por la NOM-033-ZOO-1995 SACRIFICIO HUMANITARIO DE LOS ANIMALES DOMESTICOS Y SILVESTRES.

Sobre el particular y de conformidad con la opinión técnico-jurídica emitida por la Dirección de Asuntos Jurídicos de esta Comisión, en el sentido de que dicha norma sólo es aplicable a las especies que se encuentran en cautiverio, específicamente en bioterios zoológicos y granjas cinegéticas, es decir, que las especies asilvestradas, ferales y exóticas en áreas naturales protegidas de competencia federal, no se encuentran sujetas a este criterio y en virtud de que las metodologías que esta Comisión acorde con nuestro mandato de conservación utiliza para la operación de sus programas de erradicación de dichas especies, son equiparables en materia de sacrificio humanitario a los previsto en la norma de referencia, me permito manifestarles lo siguiente:

Queda sin efectos la suspensión de la operación del programa de erradicación a que se refiere el oficio F00. 461 de fecha 22 de agosto de 2005, por lo que corresponde a la Islas Guadalupe, ubicada en el Océano Pacífico, a efecto de que una vez que realice usted un monitoreo del sitio y se confirme que aún quedan especies exóticas en vida libre y fuera del control del hombre, en particular cabras introducidas, proceda a realizar un programa específico de erradicación de dicha especie, previo el cumplimiento de la normatividad aplicable en la materia que se encuentra en vigor (Ley General de Vida Silvestre).

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para reiterarle las seguridades de mi consideración distinguida.

SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN.
EL PRESIDENTE.

ERNESTO ENKERLIN HOEFELICH.

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS



C.c.p. José Luis Luege Tamargo.- Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales.- Para su superior conocimiento.- Presente.
Felipe Ramírez Ruiz de Velasco.- Director General de Vida Silvestre de SEMARNAT.- Para su conocimiento.- Presente.
Jesús Becerra Padrote.- Coordinador General Jurídico de la SEMARNAT.- Para su conocimiento.- Presente.
David Gutiérrez Carbonell.- Director General de Manejo CONANP.- Para su conocimiento.- Presente.
Georgita Ruiz Michael.- Coordinación de Especies Prioritarias CONANP.- Para su conocimiento.- Presente.

ABG*FJCM*



9. Erradicación de población de gato feral (*Felis silvestris catus*)

Con fecha de 22 de agosto de 2005 se recibió el oficio número F00-461 (Anexo III) de la CONANP en donde se especifica de la suspensión de los trabajos de erradicación en las islas de Pacífico y Mar de Cortés. Acatando dicha disposición, Conservación de Islas detuvo las acciones de erradicación en la isla. Ante una eventual recuperación de la población de cabra feral, la CONANP expidió el oficio no. F00-399 (Anexo IV) en el cual levanta el oficio anteriormente emitido que ordena la suspensión de las actividades de erradicación para la cabra feral, no así para la población de gato feral.

Desde dicha fecha las operaciones en torno a la erradicación del gato feral fueron interrumpidas. Conservación de Islas tomó la decisión debido a dos justificantes: (a) el escenario de manipulación de poblaciones introducidas puede interpretarse como el incumplimiento a las disposiciones, deteriorando así, las relaciones de colaboración que se tienen establecidas con la CONANP, y (b) los estudios de línea base en el caso de gato feral fueron trazados con el objetivo de la erradicación de esta población.

Las actividades de erradicación que se realizaron durante febrero de 2005 a octubre de 2006, mostraron evidencia de que la tasa reproductiva de la población es más elevada que la presión ejercida por las operaciones de extirpación (ver detalles en el apartado 9.1). Esto deja ver que será necesaria la utilización de otras técnicas y un esfuerzo de captura mucho mayor para alcanzar el objetivo de la erradicación.

Este escenario, en conjunto con los resultados obtenidos por los estudios poblacionales, exigió un replanteamiento de los términos en este rubro. Los objetivos definidos originalmente no podrían ser alcanzados ante el esquema actual de trabajo y el proyecto de erradicación de la población de gato feral implicaba una propuesta específica y paralela. En cuanto al seguimiento de esta población, la propuesta de Conservación de Islas fue mantener los censos activos de la población y abstenerse de sacrificar individuos con fines de estudio.

En el apartado siguiente (Atributos poblacionales y línea base del gato feral), se incluye el análisis de la información recabada durante el periodo de febrero de 2005 a octubre de 2006. Dicha información comprende análisis de dieta y estacionalidad de la dieta, que se suman a lo anteriormente reportado de zonificación por nivel de abundancia y principales conductas de la especie en la isla. Estos últimos estudios permitieron reconocer los aspectos básicos de la población de gato feral en isla Guadalupe.



9.1 Atributos poblacionales y línea base

9.1.1 Introducción

La introducción de gatos (*Felis silvestris catus*) a la isla Guadalupe fue consecuencia de las actividades económicas desarrolladas principalmente a partir de 1885 (Moran 1996). Al igual que los perros, los gatos fueron introducidos por habitantes del campamento pesquero con la doble finalidad de ser animales de compañía y de controlar las poblaciones de roedores (Aguirre-Muñoz et al. 2005b) como ha sido reportado para la mayoría de las islas en donde habita esta especie introducida (Flux 1993; Lever 1994). Los gatos inicialmente introducidos se desplazaron a otras partes de la isla en búsqueda de alimento, y fue así como se asilvestraron, expandiendo su distribución a todo el territorio (Aguirre-Muñoz et al. 2005a).

Es poco lo que se ha reportado sobre la biología y ecología de esta población. Los registros que se tienen solo mencionan estimaciones de la abundancia, que indican llegó a ser de varios miles de individuos (Moran 1996; Aguirre-Muñoz et al. 2004). Otros registros históricos mencionan la dependencia de su dieta con la abundancia de aves en la isla, además del ratón doméstico (Moran 1996; Berzunza 1950).

Ha sido ampliamente documentado que los gatos representan la principal amenaza a la diversidad insular (Donlan et al. 2000; Veitch 2001). Como depredadores generalistas, los gatos ferales se adaptan fácil y rápidamente a diferentes categorías de presas, lo que los hace responsables directos de extinciones y extirpaciones de múltiples taxa en islas (Iverson 1978; Moors 1985; Kirkpatrick & Rauzon 1986; Cruz & Cruz 1987; Towns et al. 1990; Donlan et al. 2000; Veitch 2001).

La presencia de esta especie introducida en la isla Guadalupe ha causado un grave deterioro al ecosistema insular, esto ha sido documentado por Aguirre-Muñoz et al. (2004) como resultado de la depredación de la comunidad de aves. La permanencia de la población de gato feral es una amenaza directa para las poblaciones de aves que anidan en la isla, pero también a todo el ecosistema debido a sus características de depredador generalista.

Ante la amenaza que representa la población de gato feral para las especies nativas, se estructuró un proyecto encaminado a erradicar los mamíferos introducidos en isla Guadalupe, entre estos, la población de gato feral. El proyecto "Restauración y conservación de isla Guadalupe" apoyado por la CONABIO dio inicio en 2004 y tenía como objetivo alcanzar la erradicación de 1,500 gatos ferales que se estimaba constituía el total de la población de esta especie en la isla.



9.1.2 Materiales y métodos

A) Atributos poblacionales

Se realizaron conteos nocturnos de gatos ferales durante primavera, verano y otoño de 2006 (abril, agosto y noviembre, respectivamente), invierno y verano de 2007 (febrero y julio, respectivamente), verano y otoño del 2008 (julio y noviembre, respectivamente), invierno, primavera, verano y otoño del 2009 y 2010, así como invierno 2011. La abundancia relativa fue estimada mediante el método de transectos lineales (Buckland et al. 1993; Krebs 2006) por medio de conteos utilizando faros incandescentes (*spotlight counts*). De los métodos empleados para evaluar la abundancia de gato feral, los conteos utilizando faros han sido reportados con resultados satisfactorios (Read y Bowen 2001; Robley et al. 2004).

Se realizaron tres transectos o rutas fijas de 52, 4.7 y 0.9 km de longitud, el total de recorrido por noche fue de 57.6 km, siguiendo el mismo método que se utilizó para el censo de perros ferales (sección 8.2.1). Con la diferencia de que en este las observaciones comenzaron una hora después del anochecer y duraron 3.5 horas, durante tres noches consecutivas en cada uno de los sitios con el fin de estandarizar los conteos. En base a las distancias de observación, el ancho de los transectos se calculó en 0.2 km.

Los conteos se realizaron desde la parte trasera de un vehículo doble tracción (camioneta tipo pickup) y una cuatrimoto, conducidos a una velocidad constante de 15-20 km/h, la visualización de los individuos se hizo con el apoyo de faros de 2 millones de luces (Q-Beam). La abundancia relativa registrada se extrapoló para estimar la población de gatos en la isla.

B) Estudios de dieta

Con el objetivo de determinar los hábitos alimentarios del gato feral en isla Guadalupe, se realizó un análisis de contenido estomacal y heces fecales. Se revisaron un total de 42 muestras colectadas de estómagos de gatos sacrificados con trampas de cepo y cacería terrestre. En un segundo periodo se realizó la recolecta de 72 muestras de heces fecales. Estas actividades de cacería y trampeo se realizaron durante el periodo de febrero a agosto de 2005. El segundo periodo, con la recolecta y análisis de heces se realizó de septiembre de 2005 a octubre de 2006. A los animales sacrificados se les practicó la autopsia en campo y se obtuvo el contenido de estomago, intestino y recto. Las muestras fueron depositadas en alcohol, etiquetadas individualmente y examinadas a detalle posteriormente en la estación biológica.

De cada individuo capturado durante febrero a agosto de 2005 se obtuvo la longitud total (Lt, en cm) y peso total (W, en kg) utilizando una cinta métrica y



una balanza de campo (10 kg), respectivamente. También en campo se registró el sexo, de acuerdo al criterio propuesto por Nowak y Paradiso (1983), y el estado reproductivo (juvenil, maduro y adulto), grasa corporal (delgado, normal, obeso), color de pelaje, método de captura y posición geográfica de captura. El análisis cualitativo del contenido estomacal se realizó siguiendo el criterio propuesto por Tabor (1981). Se segregaron los componentes de cada contenido estomacal y excretas, agrupándolos por grupo taxonómico, orden y/o especie cuando se pudiera constatar la misma (Fitzgerald y Vietch 1991). Asimismo se menciona cuando hubo presencia de huevos de aves o desperdicios de alimentos caseros.

La dieta fue evaluada utilizando índices propuestos para el análisis de dieta de gatos ferales, que incluyen el índice de frecuencia de aparición (%FO) y de presencia porcentual (%N; Fitzgerald y Vietch 1991; Pontier et al. 2002). Calculándolos con las siguientes fórmulas:

$$\%N = \frac{N_i}{N_t} * 100 \qquad \%FO = \frac{N_i}{N} * 100$$

En donde N es el número total de muestras analizadas, N_i es el número de muestras en que estuvo presente la presa i , N_t es el número total de presas que se encontraron en cada muestra. De igual forma se obtuvieron estos índices para cada periodo de estudio. En el análisis de la información, se obtuvo el porcentaje total que ocupa cada ítem alimenticio en la muestra total de todo el periodo de estudio de acuerdo al criterio utilizado por Fitzgerald y Veitch (1991).

C) Estudios de relación peso-longitud

Las relaciones peso/longitud (W-L) son estadísticos básicos para el estudio de la biología de las especies (Ogan y Jurek 1999). Las mediciones de peso y longitud permiten determinar y analizar la tasa de crecimiento somático y el grado de robustez o salud de un individuo. Además sirve de base para la estimación de una amplia gama de índices estructurales (Scheffer 1955).

La ecuación de potencia o no lineal para la relación W-L, es:

$$W = a L^b \quad \text{o} \quad W = a L^n$$

W= peso calculado

L= longitud total de individuo

a y b , son constantes de la regresión de los datos de peso y longitud. a = intercepto u origen, el valor de W cuando $L = 0$. b = pendiente de la regresión, indica la tasa de cambio en W con cada unidad de cambio en L.



Este análisis de peso-longitud se expresó como una relación lineal en donde se incorporaron los 42 registros de gato feral que se obtuvieron durante el periodo de febrero a agosto de 2005. La relación ideal (peso-longitud) se obtuvo de Ogan y Jurek (1999). El coeficiente obtenido se analizó con respecto al tiempo para determinar en cuál de los periodos los individuos muestran estar mejor alimentados.

9.2.3 Resultados y discusión

El análisis de los atributos poblacionales del gato feral mostró variabilidad estacional en la abundancia de la población. El análisis porcentual de sexos evidenció un mayor porcentaje de machos durante todo el periodo de estudio, excepto en octubre en donde únicamente se capturaron hembras. Un total de ocho categorías alimenticias fueron registradas en las 114 muestras de dieta de gato feral analizadas. De estas categorías, las presas mejor representadas fueron el ratón doméstico (*Mus musculus*), insectos (Coleopteros y Othopteros) y aves (*Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma sp.*). El análisis mostró también una clara estacionalidad en las fuentes alimenticias utilizadas. El análisis del coeficiente peso-longitud por temporada de estudio, evidenció una relación menor durante el mes de octubre de 2005, periodo en el cual los gatos ferales presentaron un menor grado de robustez. Se presenta el desarrollo de cada uno de estos resultados en los siguientes apartados.

A) Atributos poblacionales

De los 42 gatos ferales capturados en 2005, 28 resultaron ser machos y 14 fueron hembras. La relación fue de 1:0.4 machos-hembras. Esta información mostró la dominancia de los machos en la población de gato feral, y la constancia de esta relación a lo largo del periodo de estudio. También evidenció una clara relación estacional de las capturas de machos y hembras, alcanzando un máximo para ambos sexos durante verano y un mínimo en primavera. Es destacable la ausencia de capturas de hembras durante primavera, esto podría estar relacionado a la época de reproducción cuando las hembras permanecen resguardadas en las madrigueras.

La madurez reproductiva de esta especie significa un indicador importante en la capacidad de recuperación de la población (Ogan y Jurek 1999). En el análisis realizado para determinar el grado de madurez sexual, se incluyeron tres categorías (juvenil, maduro y hembra cargada) que arrojan información suficiente para conocer la pirámide poblacional. Los individuos en estado reproductivo maduro fueron aquellos mejor representados en el estudio, con un total de 23 individuos en el periodo completo.

En la categoría de juveniles sólo se capturaron ocho individuos durante todo el periodo de estudio. En invierno y primavera de 2005 no se obtuvieron capturas de individuos representativos de las primeras edades. Únicamente se



capturaron hembras cargadas durante el periodo de 2005, en invierno fue capturado un individuo y en otoño dos más (Figura 13).

La abundancia de la población de gato feral mediante el método de transectos lineales (Buckland et al. 1993; Krebs 2006) fue estimada en cuatro periodos desde agosto de 2006 a julio de 2007. Los resultados indican un descenso en la abundancia relativa de la población, con un máximo de 2.6 individuos por km² en agosto de 2006 y el mínimo se presentó en julio de 2007, con un valor de 0.27 individuos por km².

El método empleado para estimar esta población ha sido reportado como uno de los más confiables (Read y Bowen 2001; Robley et al. 2004). Las condiciones con las cuales trabaja esta técnica y la naturaleza de la población, hacen necesario especificar que el valor obtenido, más que una abundancia absoluta, se trata de la abundancia relativa.

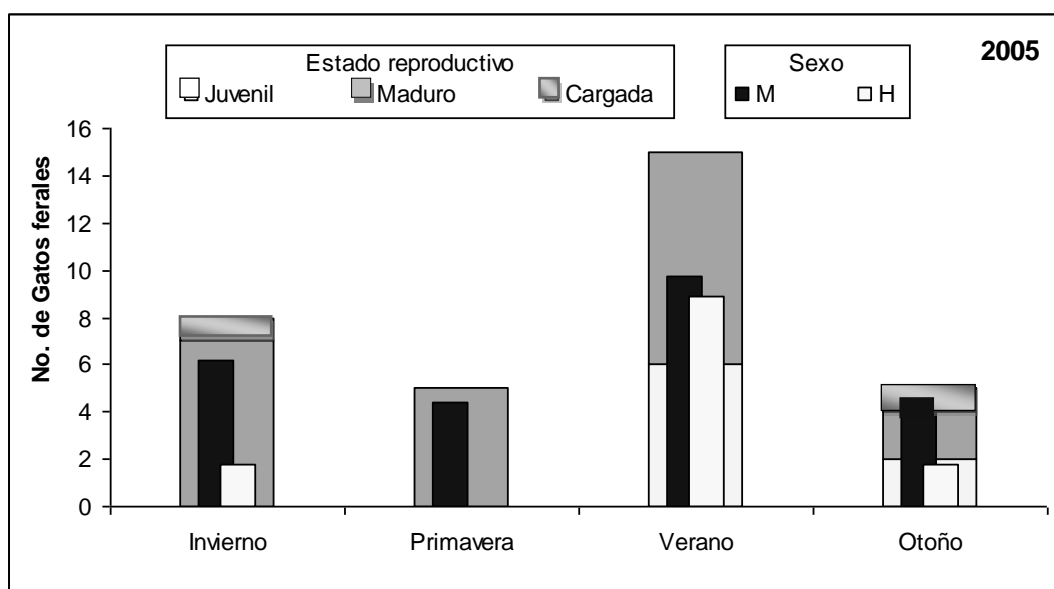


Figura 13. Atributos poblacionales de la población de Gato feral (*Felis silvestris catus*) en isla Guadalupe, durante el periodo de 2005, presentado en número de individuos, y por estaciones del año; estado reproductivo (juvenil, maduro y hembra cargada) y sexo (macho y hembra).

Los resultados de 2007 indicaron una disminución en la abundancia relativa de la población de gatos ferales con relación a los resultados obtenidos para 2006 y 2008. En 2006 el promedio de individuos para la isla fue de 463 individuos, en 2007 de 87 individuos y para 2008 esto incrementó a 528 individuos. En 2009 el promedio de las cuatro estaciones fue de 1,513 individuos, posterior a este incremento la población de gato disminuyó en 2010 presentando un promedio anual de 303 individuos. Las estimaciones de abundancia poblacional



fueron similares para 2006 y 2008, no así para 2007, que se considera un año anómalo, ya sin herbívoros y sin las lluvias que existieron en 2008 y 2009 (Cuadro 4 y Figura 14).

Durante 2007 y 2010 hubo escasez de alimento para los gatos (i.e., ratones). La abundancia de gatos ferales en la isla se relaciona estrechamente con la disponibilidad de recursos alimenticios. A la par de los estudios de abundancia de gatos ferales se está llevando a cabo un estudio de la densidad poblacional del ratón doméstico. Los incrementos en los números de la población de este roedor se relacionan directamente con el aumento en la cantidad de gatos ferales. Aparentemente son los ratones la dieta principal del gato, siendo los ratones el recurso limitante que determina las fluctuaciones poblacionales de los gatos. Los regímenes de lluvia, como hemos mencionado anteriormente, aunado a la ausencia de herbivoría, han provocado un aumento en la cantidad de plantas anuales, sobre todo gramíneas, lo que representa alimento para el ratón.

Cuadro 4. Estimaciones de la abundancia relativa de la población del gato feral (*Felis silvestris catus*) en isla Guadalupe.

| Fecha | Abundancia (Individuos) | Densidad (Individuos /km ²) |
|----------------|-------------------------|--|
| Agosto 2006 | 676 | 2.6 |
| Noviembre 2006 | 250 | 0.96 |
| Febrero 2007 | 104 | 0.40 |
| Julio 2007 | 70 | 0.27 |
| Julio 2008 | 303 | 1.25 |
| Noviembre 2008 | 1,126 | 4.66 |
| Febrero 2009 | 1,180 | 4.88 |
| Mayo 2009 | 1,299 | 5.38 |
| Agosto 2009 | 2,631 | 10.89 |
| Diciembre 2009 | 942 | 3.90 |
| Febrero 2010 | 498 | 2.06 |
| Abril 2010 | 141 | 0.58 |
| Agosto 2010 | 249 | 1.03 |
| Octubre 2010 | 325 | 1.34 |
| Enero 2011 | 455 | 1.88 |



La población de gato feral en la isla Guadalupe presenta fluctuaciones anuales en el tamaño poblacional, esto como una respuesta típica de un depredador tope. Aunado a este comportamiento natural está la dedicada labor de control poblacional de gato que Conservación de Islas está realizando desde hace ya varios años. A partir de febrero del 2009 (Oficio No. SGPA/DGVS/00695/09, Dirección General de Vida Silvestre), se vuelve a autorizar a Conservación de Islas la erradicación de cabras. Actualmente se han sacrificado cerca de 400 gatos durante el 2009 y 2010; dicha labor se intensificó en la segunda mitad del 2009. No obstante este patrón indica una tendencia al aumento en los números de esta especie en la isla. Lo anterior nos lleva a insistir en la pertinencia de la erradicación de los gatos ferales en los próximos años.

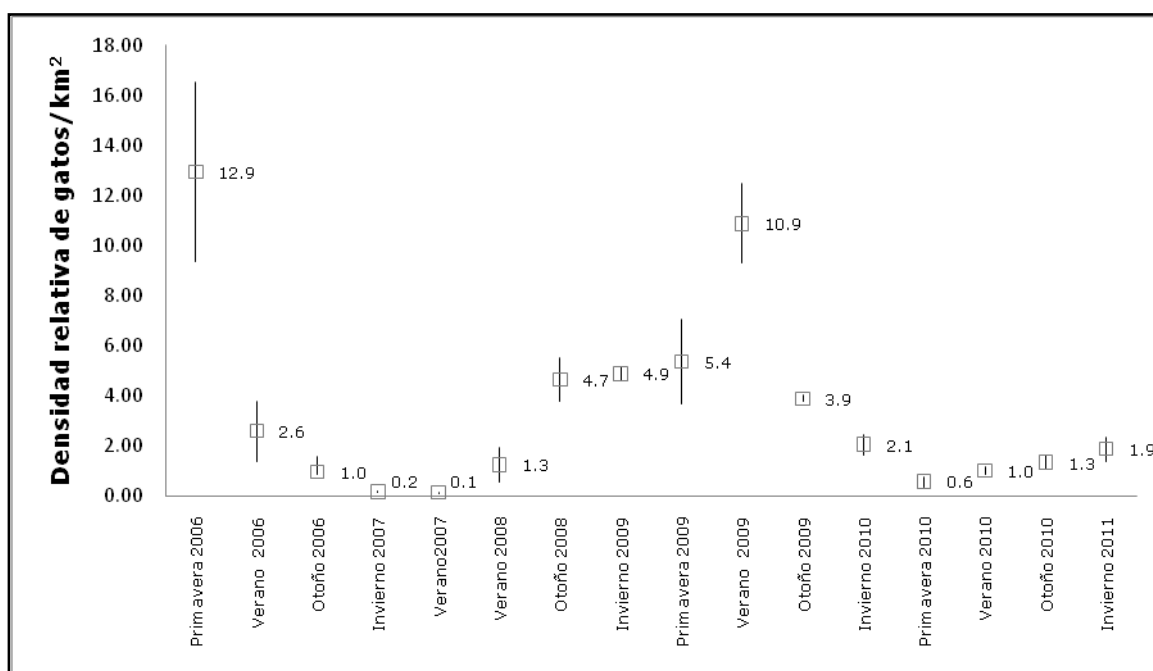


Figura 14. Densidad relativa de gato feral en isla Guadalupe en los últimos seis años.

B) Dieta

Se colectaron 42 contenidos estomacales y 72 heces fecales, dando un total de 114 muestras en el periodo comprendido de febrero de 2005 a octubre de 2006. Para cada año se analizaron 57 muestras, pero 12 de éstas no se analizaron debido a que se trató de estómagos sin contenido o que el grado de



descomposición impidió el registro de datos. El análisis estacional de las muestras indicó que fue otoño la estación con mayor aporte para ambos años, 2005 (21) y 2006 (25). Cabe destacar que el verano de 2005 fue el periodo con el segundo mayor aporte a la muestra total (22). Para ambos años, invierno representó la estación con menor número de muestras analizadas (Cuadro 2 y Cuadro 3), y de igual forma, la estación de menor número de categorías presentes en las muestras, con un total de 5 fuentes alimenticias distintas (2005, 5 y 2006, 3).

El ratón casero (*Mus musculus*) fue la presa con mayor numero de apariciones en las muestras, representando un 51% de la muestra total (Figura 15), con presencia en la dieta de 50 gatos ferales y estuvo presente hasta en un 100% de las muestras analizadas en el invierno de 2005. Verano representó para ambos años la estación con la mayor presencia del ratón *Mus musculus* (Cuadro 5 y 6), significando el 63% del contenido en 2005 y 66% en 2006. Este mismo análisis mostró que en otoño de ambos años, *Mus musculus* tuvo una presencia menor a las demás estaciones, con 9 y 7 de un total de 21 y 25, respectivamente.

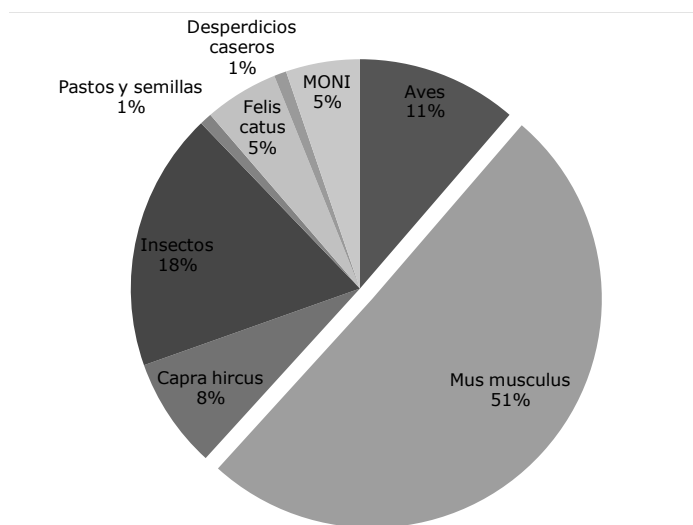


Figura 15. Categorías alimenticias presentes en las muestras de dieta de gatos ferales (*Felis silvestris catus*) analizados durante el periodo de febrero de 2005 a octubre de 2006. Donde MONI= Materia orgánica no identificada; Aves= principalmente *Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma sp.*); Desperdicios comida = alimento casero digerido; Insectos= Coleópteros y Otópteros principalmente.



La segunda categoría alimenticia de mayor presencia estuvo representada por los insectos, integrados mayormente por Coleópteros y Ortópteros, que aportaron el 22% del total de la muestra. Los insectos estuvieron presentes durante todo el periodo de estudio, excepto en Otoño de 2005, en donde de las 25 muestras analizadas ninguno contuvo esta categoría. En los meses de agosto de 2005 y octubre de 2006, representaron el 26% de los componentes de la dieta de los gatos, mostrándose como un componente frecuente en la dieta felina.

Los restos de aves y huevos estuvieron presentes en el 11% del total de muestras (13 muestras), siendo constantes durante los años 2005 y 2006 (Cuadro 6-8). El análisis de la estacionalidad en esta categoría de presa no demuestra una época de mayor depredación por parte de los gatos. Esto se explica por el comportamiento oportunista de este felino, condición que ha sido reportada para otras islas (Fitzgerald y Vietch 1991; Jones 1977; Pontier et al. 2002).

En invierno de 2005, las aves representaron hasta un 60% de la dieta alimenticia de las muestras obtenidas. Disminuyendo su presencia con el paso del tiempo, y en otoño de 2005 no estuvo presente en la dieta de los felinos, extendiéndose esta condición en invierno y primavera de 2006.

Cuadro 2. Análisis de la dieta de gatos ferales (*Felis silvestris catus*), presentado por estación del año durante el periodo de 2005.

| 2005 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|----|------|-----------|----|------|--------|----|------|-------|----|------|
| Categoría | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | Otoño | | |
| | N=5 | | | N=9 | | | N=22 | | | N=21 | | |
| | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N |
| <i>Mus musculus</i> | 100 | 5 | 41.7 | 44.4 | 4 | 26.7 | 63.6 | 14 | 66.7 | 42.9 | 9 | 75.0 |
| Coleópteros, Othópteros | 40 | 2 | 16.7 | 33.3 | 3 | 20.0 | 4.5 | 1 | 4.8 | 0 | 0 | 0 |
| Aves* | 60 | 3 | 25.0 | 33.3 | 3 | 20.0 | 9.1 | 2 | 9.5 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Capra hircus</i> | 20 | 1 | 8.3 | 44.4 | 4 | 26.7 | 4.5 | 1 | 4.8 | 0 | 0 | 0 |
| Desperdicios comida | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.8 | 1 | 8.3 |
| <i>Felis catus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pastos y semillas | 20 | 1 | 8.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MONI** | 0 | 0 | 0 | 11.1 | 1 | 6.7 | 13.6 | 3 | 14.3 | 9.5 | 2 | 16.7 |



Nota: Invierno (febrero de 2005), Primavera (marzo de 2005), Verano (julio, agosto de 2005), Otoño (septiembre, octubre de 2005); N=número total de muestras analizadas para ese periodo; %FO= Frecuencia de aparición (ocurrencia) relativa; FO= Frecuencia de aparición (ocurrencia); %N=Porcentaje en número con respecto a la muestra; Aves* (principalmente *Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma* sp.); Desperdicios comida = alimento casero digerido; MONI=Materia orgánica no identificada.

Cuadro 3. Contenido de las heces fecales de gatos ferales (*Felis silvestris catus*), presentado por estación del año durante el periodo de 2006.

| 2006 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|----|------|-----------|----|------|--------|----|------|-------|----|------|
| Categoria | Invierno | | | Primavera | | | Verano | | | Otoño | | |
| | 6 | | | 8 | | | 18 | | | 25 | | |
| | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N |
| <i>Mus musculus</i> | 33.3 | 2 | 50.0 | 62.5 | 5 | 62.5 | 66.7 | 12 | 50.0 | 28.0 | 7 | 29.2 |
| Coleópteros, Othópteros | 16.7 | 1 | 25.0 | 25.0 | 2 | 25.0 | 33.3 | 6 | 25.0 | 24.0 | 6 | 25.0 |
| Aves* | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.7 | 3 | 12.5 | 8.0 | 2 | 8.3 |
| <i>Capra hircus</i> | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.6 | 1 | 4.2 | 8.0 | 2 | 8.3 |
| Desperdicios comida | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.0 | 1 | 4.2 |
| <i>Felis catus</i> | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.6 | 1 | 4.2 | 20.0 | 5 | 20.8 |
| Pastos y semillas | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MONI | 16.7 | 1 | 25.0 | 12.5 | 1 | 12.5 | 5.6 | 1 | 4.2 | 4.0 | 1 | 4.2 |

Invierno (febrero de 2006), Primavera (mayo de 2006), Verano (junio, julio y agosto de 2006), Otoño (septiembre, octubre de 2006); N=número total de muestras analizadas para ese periodo; %FO= Frecuencia de aparición (ocurrencia) relativa; FO= Frecuencia de aparición (ocurrencia); %N=Porcentaje en número con respecto a la muestra; Aves* (principalmente *Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma* sp.); Desperdicios comida = alimento casero digerido; MONI=Materia orgánica no identificada.

El análisis comparativo entre los contenidos de las muestras analizadas en 2005 y 2006 mostró en términos generales una clara relación estacional en el número de muestras y en el espectro alimenticio del que los gatos ferales hacen uso. Siendo menor en invierno e incrementando con el tiempo, hasta alcanzar su mayor valor en el otoño de ambos años. En ambos años se identificaron ocho categorías distintas lo que demuestra constancia en las fuentes alimenticias explotadas.



Cuadro 4. Análisis de la dieta del gato feral durante 2005 y 2006, y periodo completo de estudio.

| | 2005 | | | 2006 | | | Total | | |
|-------------------------|------|----|----|------|----|----|-------|----|----|
| | N=57 | | | N=57 | | | N=114 | | |
| Categoría | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N | %FO | FO | %N |
| <i>Mus musculus</i> | 63 | 32 | 53 | 48 | 26 | 48 | 51 | 58 | 48 |
| Coleópteros, Othópteros | 19 | 6 | 10 | 25 | 15 | 25 | 18 | 21 | 18 |
| Aves* | 26 | 8 | 14 | 6 | 5 | 5 | 11 | 13 | 11 |
| <i>Capra hircus</i> | 17 | 6 | 10 | 3 | 3 | 3 | 8 | 9 | 8 |
| Desperdicios comida | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Felis catus</i> | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| Pastos y semillas | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| MONI | 9 | 6 | 9 | 10 | 4 | 11 | 9 | 10 | 8 |

N=número total de muestras analizadas para ese periodo; %FO= Frecuencia de aparición (ocurrencia) relativa; FO= Frecuencia de aparición (ocurrencia); %N=Porcentaje en número con respecto a la muestra; Aves* (principalmente *Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma* sp.); Desperdicios comida = alimento casero digerido; MONI=Materia orgánica no identificada.

Las relaciones de peso-longitud han sido poco utilizadas en poblaciones de mamíferos terrestres (Christiansen y Harris 2005; Broekhuizen et al. 1994), pero esta relación representa una clara evidencia del estado nutricional de los organismos (Christiansen y Harris 2005). Cuando estas variables de peso-longitud muestran una relación lineal como se muestra en la Figura , es una clara demostración de la funcionalidad del índice.

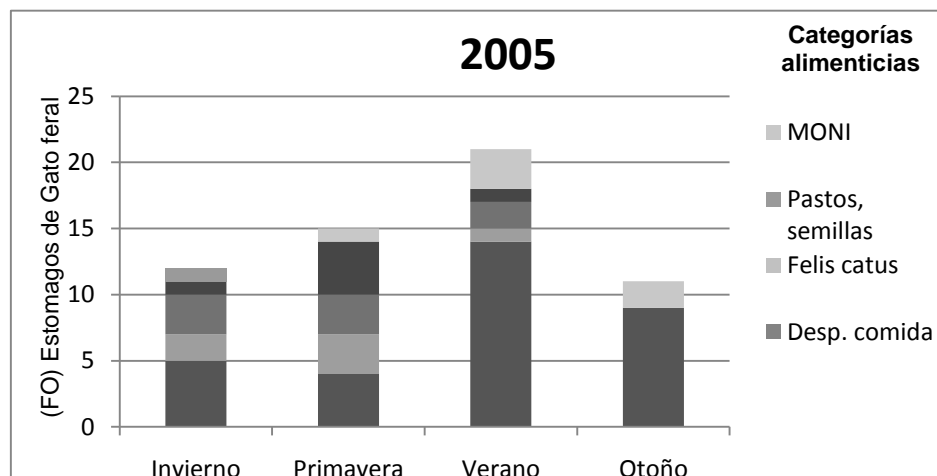


Figura 16. Frecuencia de aparición (FO) de las distintas categorías alimenticias en la dieta del gato feral durante 2005 por estaciones del año. MONI= Materia orgánica no identificada; Aves*= principalmente *Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma sp.*; Desperdicios comida = alimento casero digerido; Insectos= Coleópteros y Ortópteros principalmente.

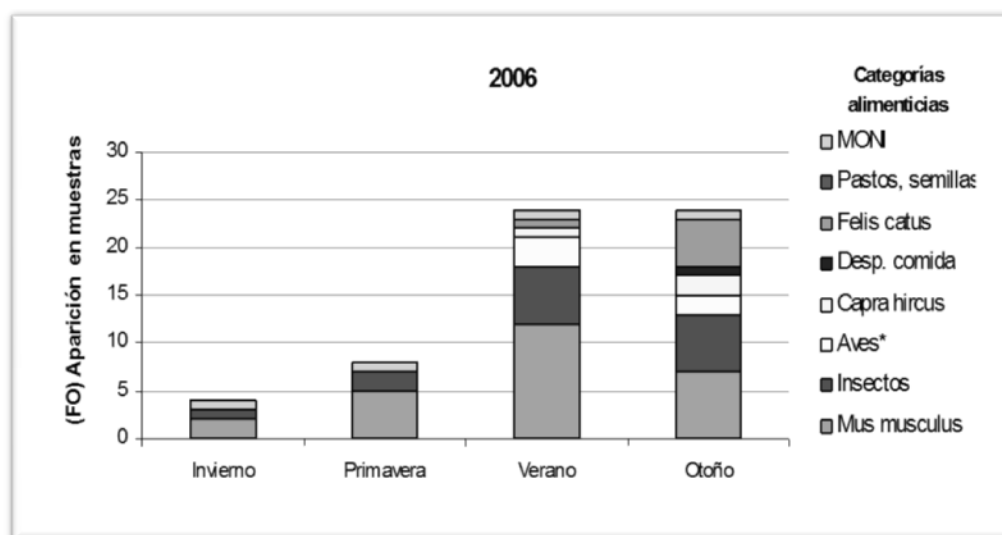


Figura 17. Frecuencia de aparición (FO) de las distintas categorías alimenticias en la dieta del gato feral durante 2006 por estaciones del año. MONI= Materia orgánica no identificada; Aves*= principalmente *Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma sp.*; Desperdicios comida = alimento casero digerido; Insectos= Coleópteros y Ortópteros principalmente



C) Relación peso-longitud

Este indicador de la relación que existe entre el peso y el largo total del individuo, proporciona información sobre las condiciones corporales que manifiesta la población, a través de una muestra representativa y tomada al azar. Estas condiciones corporales describen el grado de robustez que presentan los individuos, cuando se asume que la mejor relación entre estas variables es señal de condiciones alimenticias satisfactorias.

El análisis de W-L para 2005 mostró relación lineal. La regresión (R^2) alcanzo un valor de 0.63. Esto muestra una ligera disminución en la relación de W-L con el tiempo, lo cual se relaciona a la disminución en las fuentes alimenticias y la resultante disminución de masa corporal.

La dispersión de los datos que mostró el año de 2005 (Figura 18 y 19) significa una evidencia de las condiciones de alimentación diferencial, entre los individuos como entre estaciones del año.

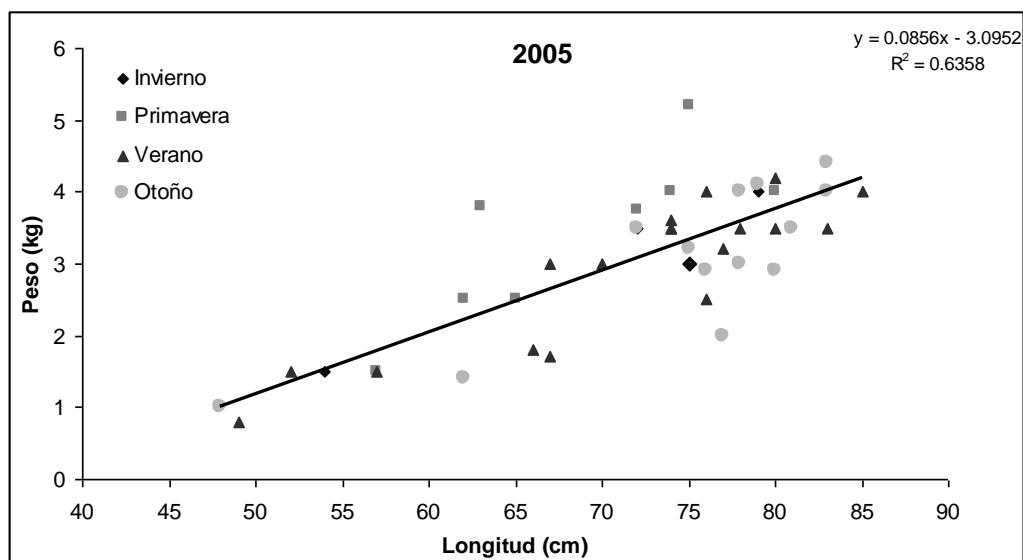


Figura 18. Relación peso-longitud (W-L) de los individuos de gato feral capturados durante 2005 (Invierno; Primavera; Verano; Otoño).

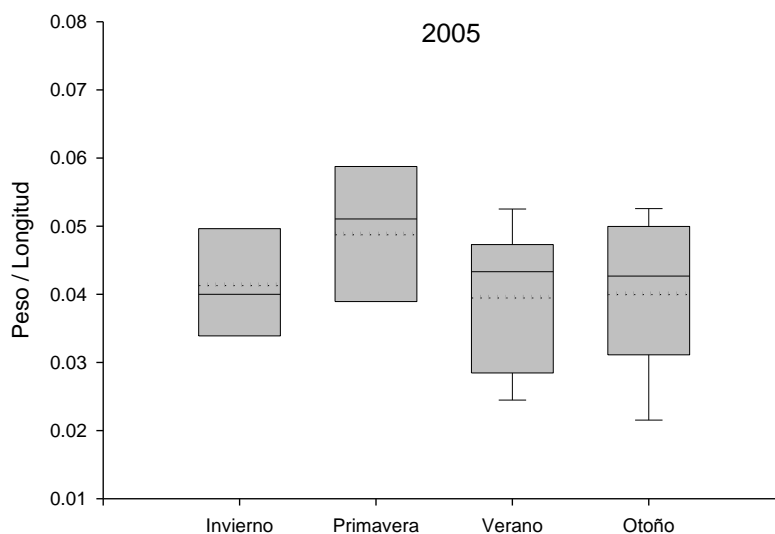


Figura 19. Coeficiente de la relación peso-longitud (W-L) de los individuos de gato feral capturados durante 2005, por estación del año. (barras horizontales= desviación estándar; línea punteada= media; datos extremos= puntos).

9.2.4 Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio de gato feral en isla Guadalupe, en el periodo de febrero de 2005 a octubre de 2006, mostraron a una población ligeramente disminuida pero con un claro potencial de recuperación. El análisis de los atributos poblacionales evidenció una disminución en la abundancia relativa de la población, así como una clara estacionalidad en esta abundancia. El análisis proporcional de sexos mostró que esta población está mayormente representada por individuos machos, en una proporción de 1:0.4 machos-hembras en el periodo completo del estudio. La evaluación del grado de madurez reproductiva de esta población mostró que en términos generales el estrato de individuos maduros fue el mejor representado con un total de 23 individuos.

El análisis de la composición de dieta en las 114 muestras alimenticias analizadas durante febrero de 2005 a octubre de 2006, mostró la presencia de ocho categorías alimenticias, de las cuales, las presas mejor representadas fueron el ratón doméstico (*Mus musculus*), insectos (Coleópteros y Ortópteros) y aves (*Junco insularis*, *Zenaida macroura* y *Oceanodroma sp.*). Se encontró una clara estacionalidad en las fuentes alimenticias utilizadas, siendo verano la estación en donde el gato feral hace uso de mayor diversidad de fuentes alimenticias.



El análisis del coeficiente peso-longitud (W-L) por temporada del estudio, evidenció una relación menor durante el mes de octubre de 2005, periodo en el cual los gatos ferales presentaron un menor grado de robustez. Esto representa una clara evidencia de la disminución de fuentes alimenticias, y por lo tanto, una población vulnerable y con posibilidad de ser erradicada.

Estos estudios de los atributos poblacionales de gato feral en la isla Guadalupe, que muestran la proporción de sexos, la proporción del estado de madurez reproductivo, la evaluación de la abundancia relativa de la población, el análisis de la relación peso-longitud, y el coeficiente peso-longitud por periodos del estudio, son en su conjunto, el aporte más significativo que se tiene hasta el momento en el conocimiento de la biología y ecología de esta población.

Estos resultados se suman al conocimiento anteriormente reportado, en donde se describieron estudios de cartografía con los sitios de mayor abundancia de gatos ferales, la cartografía con la ubicación de principales zonas de madrigueras del gato feral y la cartografía describiendo las zonas de trampeo (Aguirre-Muñoz et al. 2004; Aguirre-Muñoz et al. 2005a; Aguirre-Muñoz et al. 2005b). Dichos datos, en conjunto con los presentes resultados pueden significar una contribución importante en la elaboración de un futuro plan de erradicación que garantice los resultados deseados.

10. Estudio poblacional de aves

El convenio firmado por la CONABIO y Conservación de Islas, define dos líneas principales de compromiso: la restauración y conservación ambiental. Con relación a la restauración de la avifauna, el convenio plantea la evaluación de la respuesta de la comunidad aviar a la erradicación de los gatos, con especial énfasis en el registro del porcentaje de sobrevivencia de crías.

En seguimiento a este primer compromiso, en febrero de 2005 se iniciaron las primeras acciones de control letal de la población de gato feral en isla Guadalupe. Las operaciones de erradicación continuaron hasta agosto de ese mismo año, fecha en que se recibió el oficio número F00-461 expedido por la CONANP. En este oficio se detalla la suspensión de los trabajos de erradicación en las islas de Pacífico y Mar de Cortés (Anexo III).

Durante el periodo de control de gatos ferales, pudieron llevarse a cabo acciones específicas para la disminución de la depredación sobre las aves nativas por medio de la extirpación de gatos en la zona sur de la isla (Aguirre-Muñoz et al. 2004). Con ello, se observó una respuesta favorable de las poblaciones de aves de la zona, en específico del albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*). Sin embargo, ante el impedimento para continuar con las acciones de erradicación por el oficio antes mencionado, éste trabajo permanece inconcluso hasta la fecha.

Dicho esto, la evaluación de la respuesta de la comunidad aviar a la erradicación de gatos ferales, representa una actividad que como tal, no es



posible analizar, debido a que la variable de contraste no puede ser determinada. Las actividades de erradicación no han continuado y la evaluación del control de la depredación sobre las poblaciones de aves no puede ser medida. Esto explica el grado de afectación al objetivo inicialmente planteado por el convenio y que obliga a un replanteamiento del mismo en tanto no se continúe con la erradicación de la población de gato feral en la isla.

Como parte de los estudios de línea base, los productos comprometidos incluyen reportes técnicos con inventarios de avifauna, estatus poblacional y distribución. Los estudios dirigidos por personal de Conservación de Islas en materia de avifauna, han sido hasta ahora: la evaluación de tres especies de aves endémicas (*Salpinctes obsoletus guadaloupensis*, *Junco insularis* y *Carpodacus mexicanus amplus*) y la caracterización de la comunidad de aves marinas (*Phoebastria immutabilis*, *Ptychoboramphus aleuticus*, *Synthliboramphus hypoleucus hypoleucus*, *Puffinus ophistomelas*, *Oceanodroma leucorhoa cheimomnestes*, *O. I. socorroensis*). Por otro lado, se han actualizado los inventarios de avifauna para la isla, los cuales se incluyen como parte del presente informe (Anexo V).

Anexo VII. Inventario de avifauna en isla Guadalupe.

| ORDEN | FAMILIA | Nombre Científico |
|----------------|--------------|--|
| ANSERIFORMES | Anatidae | <i>Anas clypeata</i> |
| | | <i>Anas cyanoptera</i> |
| | | <i>Anas discors</i> |
| | | <i>Anas platyrhynchos</i> |
| | | <i>Anser albifrons</i> |
| | | <i>Aythya affinis</i> |
| | | <i>Branta nigricans</i> |
| | | <i>Mergus serrator</i> |
| APODIFORMES | Apodidae | <i>Aeronautes saxatalis</i> |
| | | <i>Chaetura vauxi</i> |
| | Trochilidae | <i>Calypte anna</i> |
| CHARADIIFORMES | Alcidae | <i>Cerorhinca monocerata</i> |
| | | <i>Ptychoramphus aleuticus</i> |
| | | <i>Synthliboramphus hypoleuca hipoleucus</i> |
| | Charadriidae | <i>Charadrius vociferous</i> |
| | | <i>Pluvialis fulva</i> |
| | | <i>Actitis macularia</i> |
| | Scolopacidae | <i>Arenaria interpres</i> |
| | | <i>Arenaria melanocephala</i> |
| | | <i>Calidris alba</i> |
| | | |



| | | |
|----------------------|----------------------|--|
| | | <i>Calidris mauri</i> |
| | | <i>Catoptrophorus semipalmatus</i> |
| | | <i>Gallinago gallinago</i> |
| | | <i>Heteroscelus incanus</i> |
| | | <i>Limnodromus griseus</i> |
| | | <i>Phalaropus fulicaria</i> |
| <u>CICONIIFORMES</u> | <u>Ardeidae</u> | <i>Ardea herodias</i> |
| | | <i>Bubulcus ibis</i> |
| <u>COLUMBIFORMES</u> | <u>Columbidae</u> | <i>Columba livia</i> |
| | | <i>Zenaida asiatica</i> |
| | | <i>Zenaida macroura</i> |
| <u>CORACIIFORMES</u> | <u>Alcedinidae</u> | <i>Ceryle alcyon</i> |
| <u>FALCONIFORMES</u> | <u>Accipitridae</u> | <i>Buteo jamaicensis</i> |
| | | <i>Pandion haliaetus</i> |
| | Falconidae | <i>Caracara lutosus</i> |
| | | <i>Falco peregrinus</i> |
| | | <i>Falco sparverius</i> |
| <u>GAVIIFORMES</u> | <u>Gaviidae</u> | <i>Gavia pacifica</i> |
| <u>PASSERIFORMES</u> | <u>Bombycillidae</u> | <i>Bombycilla cedrorum</i> |
| | Corvidae | <i>Nucifraga columbiana</i> |
| | Emberizidae | <i>Junco hyemalis</i> |
| | | <i>Junco insularis</i> |
| | | <i>Melospiza lincolnii</i> |
| | | <i>Passerella iliaca</i> |
| | | <i>Pipilo erythrophthalmus consobrinus</i> |
| | | <i>Pooecetes gramineus</i> |
| | | <i>Spizella passerina</i> |
| | | <i>Zonotrichia albicollis</i> |
| | | <i>Zonotrichia atricapilla</i> |
| | | <i>Zonotrichia leucophrys</i> |
| | Fringillidae | <i>Carduelis sp.</i> |
| | | <i>Carpodacus mexicanus amplus</i> |
| | | <i>Loxia curvirostra</i> |
| | Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> |
| | | <i>Stelgidopteryx serripennis</i> |
| | Icteridae | <i>Euphagus cyanocephalus</i> |
| | | <i>Icterus cucullatus</i> |
| | | <i>Icterus parisorum</i> |
| | | <i>Molothrus ater</i> |
| | | <i>Sturnella neglecta</i> |



| | |
|---------------|---|
| Laniidae | <i>Lanius ludovicianus</i> |
| | <i>Pheucticus ludovicianus</i> |
| | <i>Pheucticus melanocephalus</i> |
| | <i>Larus argentatus</i> |
| | <i>Larus atricilla</i> |
| | <i>Larus californicus</i> |
| | <i>Larus delawarensis</i> |
| | <i>Larus glaucescens</i> |
| | <i>Larus heermanni</i> |
| | <i>Larus occidentalis</i> |
| | <i>Larus thayeri</i> |
| | <i>Rissa (Larus) tridactyla</i> |
| | <i>Stercorarius longicaudus</i> |
| | <i>Sterna maxima</i> |
| | <i>Sterna paradisaea</i> |
| Mimidae | <i>Xema (Larus) sabini</i> |
| | <i>Dumetella carolinensis</i> |
| | <i>Mimus polyglottos</i> |
| Motacillidae | <i>Oreoscoptes montanus</i> |
| | <i>Anthus rubescens</i> |
| Parulidae | <i>Dendroica coronata audoboni</i> |
| | <i>Dendroica coronata coronata</i> |
| | <i>Dendroica palmarum</i> |
| | <i>Dendroica townsendi</i> |
| | <i>Geothlypis trichas</i> |
| | <i>Mniotilta varia</i> |
| | <i>Seiurus aurocapillus</i> |
| | <i>Wilsonia pusilla</i> |
| Passeridae | <i>Passer domesticus</i> |
| Ptilonotidae | <i>Phainopepla nitens</i> |
| Regulidae | <i>Regulus calendula</i> |
| | <i>Regulus calendula obscurus</i> |
| Sittidae | <i>Sitta canadensis</i> |
| Sturnidae | <i>Sturnus vulgaris</i> |
| Thraupidae | <i>Piranga ludoviciana</i> |
| | <i>Piranga rubra</i> |
| Troglodytidae | <i>Salpinctes obsoletus guadalupensis</i> |
| | <i>Thryomanes bewickii brevicauda</i> |
| Turdidae | <i>Catharus guttatus</i> |
| | <i>Catharus minimus</i> |
| | <i>Catharus ustulatus</i> |



| | | |
|-------------------------|----------------------|--|
| | | <i>Ixoreus naevia</i> |
| | | <i>Myadestes townsendi</i> |
| | | <i>Sialia currucoides</i> |
| | | <i>Turdus migratorius</i> |
| | Tyrannidae | <i>Empidonax minimus</i> |
| | | <i>Sayornis saya</i> |
| <u>PELECANIFORMES</u> | <u>Fregatidae</u> | <i>Fregata magnificens</i> |
| | Pelecanidae | <i>Pelecanus occidentalis</i> |
| | Phaethontidae | <i>Phaethon aethereus</i> |
| | | <i>Phaethon rubricauda</i> |
| | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax auritus</i> |
| | | <i>Phalacrocorax pelagicus</i> |
| | | <i>Phalacrocorax penicillatus</i> |
| | Sulidae | <i>Sula dactylatra</i> |
| <u>PICIFORMES</u> | <u>Picidae</u> | <i>Colaptes auratus</i> |
| | | <i>Colaptes auratus rufipileus</i> |
| <u>PODICIPEDIFORMES</u> | <u>Podicipedidae</u> | <i>Aechmophorus occidentalis</i> |
| | | <i>Podiceps nigricollis</i> |
| | | <i>Podilymbus podiceps</i> |
| <u>PROCELLARIFORMES</u> | <u>Diomedidae</u> | <i>Phoebastria (Diomedea) nigripes</i> |
| | | <i>Phoebastria (Diomedea) immutabilis</i> |
| | Hydrobatidae | <i>Oceanodroma leucorhoa cheimomnestes</i> |
| | | <i>Oceanodroma leucorhoa socorroensis</i> |
| | | <i>Oceanodroma macrodactyla</i> |
| | | <i>Oceanodroma melania</i> |
| | | <i>Oceanodroma tethys</i> |
| | Procelaridae | <i>Fulmarus glacialis</i> |
| | | <i>Puffinus creatopus</i> |
| | | <i>Puffinus griseus</i> |
| | | <i>Puffinus opisthomelas</i> |
| <u>STRINGIFORMES</u> | <u>Strigidae</u> | <i>Asio otus</i> |
| | | <i>Athene cunicularia</i> |
| | | <i>Bubo virginianus</i> |
| | Tytonidae | <i>Tyto alba</i> |

Extraído del libro "Isla Guadalupe, Restauración y Conservación". Revisión de Jehl y Everett, se agregaron especies y se actualizaron de Dunlap (1988), Mellink y Palacios (1989), Pyle et al. (1994), Barrowclough (1996), Museo de Historia Natural de San Diego (2000) y GECI (2005-2007)



También se registraron avances en el conocimiento sobre la biología y ecología del junco de Guadalupe (*Junco insularis*). Estos estudios incorporaron información sobre los rangos de distribución y zonas de anidación, además de la evaluación sobre la presencia permanente de individuos en la isla. Asimismo este trabajo estimó el tamaño poblacional mediante el método de captura-recaptura y se realizaron observaciones sobre la ecología básica (comportamiento, alimentación y preferencia de hábitat).

De igual forma, se reportó la instalación de una estación de monitoreo MAPS (Monitoring Avian Productivity and Survivorship) que ya comenzó a dar frutos. Las estaciones MAPS se utilizan para describir patrones espaciales y temporales en las tasas vitales de especies objetivo y las relaciones entre estos patrones. Esta técnica ha comprobado ser una herramienta flexible que permite evaluar índices anuales del tamaño de la población de individuos de edades tempranas y adultos, estimaciones anuales de la tasa de sobrevivencia de adultos, tamaño poblacional de adultos, evaluación de la proporción en la población de individuos adultos residentes y estimaciones de la tasa de reclutamiento en la población adulta (De Sante et al. 2007).

Las estaciones MAPS proveen estos índices demográficos y poblacionales sobre más de 100 especies objetivo que están ampliamente distribuidas por distintas estrategias migratorias, estrategias de alimentación y de anidación. Adicionalmente MAPS aporta información a distintas escalas y rangos. Desde larga escala, como el continente completo, o pequeña escala como un cluster de estaciones o una sola estación en un parque natural (De Sante et al. 2007). Esto explica cómo la estación MAPS fue un instrumento que permitió evaluar poblaciones de especies objetivo, como también caracterizar la comunidad aviar de un sistema específico, el bosque de coníferas en el caso de la isla Guadalupe (Aguirre-Muñoz et al. 2007).



Los trabajos en campo se desarrollaron de acuerdo al programa planteado, y en el presente informe se incluye el análisis de productividad aviar y sobrevivencia del junco y gorrión de Guadalupe en el bosque de ciprés. Además se incluye una evaluación del estatus de residencia de la avifauna de la isla. Es evidente que es necesaria concluir con la operación de erradicación de gato feral para evidenciar la recuperación de la avifauna en la isla. En espera de este momento, Conservación de Islas continúa obteniendo información de línea base de alto valor que permitirá evaluar los cambios una vez finalizada la erradicación de gatos ferales en la isla Guadalupe.

10.1 Estatus poblacional del junco de Guadalupe (*Junco insularis*) en la isla Guadalupe

10.1.1. Introducción

El *Junco insularis* (Ridgway 1876) o junco de Guadalupe es un ave pequeña (15 cm) de hábitos sociables. Se alimenta de semillas e insectos principalmente. Los sexos son similares en color y tamaño. Tiene el pico y las patas grandes en comparación al tamaño de las alas y la cola. Su canto es muy peculiar y ha sido ampliamente descrito por Mirsky (1976). El mismo autor refiere a esta especie como el taxón más distintivo de los endemismos que aún permanecen en la isla. El junco de Guadalupe se distingue principalmente por su pico relativamente largo, y ala y cola corta, así como una reducción en el tamaño del esternón y una virtual ausencia de dimorfismo sexual (Howell 1968). Su canto ha sido estudiado de manera detallada por Mirsky (1976) que menciona que existe una gran variabilidad en cuanto a los cantos del Junco de Guadalupe en relación a los Juncos de continente.

Esta especie es endémica de la isla Guadalupe donde se encuentra distribuida principalmente en el bosque de pino, pino-encino y ciprés. Con la reciente introducción y dispersión de la especie sudamericana de tabaquillo (*Nicotiana glauca*) existe actualmente un hábitat adicional para la especie. Alguna vez el junco fue el ave más abundante en la isla (Palmer 1876 en Jehl y Everett 1985). Hoy es mucho menos abundante que el gorrión y el saltapared roquero, ambas subespecies endémicas. El tamaño poblacional de la especie ha sido estimado por ornitólogos que han visitado la isla en diversas épocas. Palmer, el primer naturalista en documentar de manera detallada la flora y fauna de la isla menciona: "*los Juncos son las aves más abundantes de la isla y son tan dóciles que pueden ser capturados incluso con una red para mariposas*" (Ridgeway, 1876). En 1988 la población fue estimada en "muy baja" (Howell y Webb 1992) y "común en el bosque de ciprés" (Sweet et al. 2001). La última estimación del tamaño poblacional en 2004 fue de >2,000 individuos (Luna et al. 2005). No obstante, no se ha hecho a la fecha un estudio formal del tamaño poblacional. En relación al rango de distribución, las densidades poblacionales para otras especies de Juncos son desde 0.55 – 2.6 machos/ha, pero no hay



información del Junco de Guadalupe (Sabo 1980, Franzreb 1983, Folkard and Smith 1995).

El territorio promedio para la especie continental *Junco hyemalis* es de 3,846m² para los machos (Rabenold 1978). La masa corporal para las especies de Junco continental han sido reportadas en *J. hyemalis mearnsi*: 18.2 gr \pm 1.30 (extremos 15.5–23.5 gr, $n = 221$); *J. h. dorsalis*: 21.8 gr \pm 1.40 (extremos 18.0–26.0, $n = 170$); *J. h. caniceps*: 19.6 \pm 1.10 (extremos 18.0–23.0, $n = 40$). Longitud alar para los machos registrado 69.30 \pm 1.70 ($n = 84$) y para las hembras 65.70 \pm 1.82 ($n = 25$). La longitud de la cola para los machos es de 62.65 \pm 2.34 ($n = 85$) y para las hembras 59.27 \pm 2.09 ($n = 22$). (Dunning 1993, Miller 1941).

Los tamaños del territorio varían ampliamente para la especie de Junco continental (*Junco hyemalis*), siendo algunas veces los nidos tan cercanos como 25 m pero de manera típica con 250 m de separación (Hostetter 1961).

10.1.2. Objetivo

Determinar el tamaño poblacional del Junco de Guadalupe (*Junco insularis*) y su distribución en la isla Guadalupe.

10.1.3. Métodos

A. Distribución

Se determinó el rango de distribución de zonas de anidación y presencia permanente de individuos. Por otro lado se hicieron observaciones en toda la isla, donde se hicieron registros de presencia incidental (manantial).

B. Captura-Recaptura

Se utilizó la metodología de Jolly-Seber para la estimación del tamaño poblacional del *Junco insularis*. Se llevó a cabo la captura de individuos en distintos puntos de la isla, en hábitat diversos. Los distintos sitios fueron el bosque de ciprés (UTM 369,817E y 3,220,979N; 370,683E y 3,221,004N; 370,627E y 3,220,977N; 370,630E y 3,220,988N), pino-cerco exclusor (UTM 371,161E y 3,225,101N; 371,205E y 3,225,088N), pino-encino (UTM 373,625E y 3,226,670N), playa con tabaquillo (UTM 374,949E y 3,225,670N; 374,981E y 3,225,678N) y manantial (UTM 370,926E y 3,221,535N). También se llevaron a cabo registros en el bosque de palma de la isla. Se llevaron a cabo 5 muestreos desde enero a diciembre del 2006, 46 días en total, donde, de acuerdo al método, se marcaron aves en cada uno de ellos, salvo en el último, donde solamente se registraron las recapturas. El marcaje de los individuos se hizo con anillos de celuloide de colores, cada ave fue marcada



con tres anillos con distinto código de colores para poder diferenciarlas. En base a la lectura del color de bandas y a la identificación de los individuos de manera individual, se estimaron los radios de territorio de individuos, para evaluar la dispersión. El registro de la información se hizo en base al formato de Point Reyes Bird Observatory (www.prbo.org) y los criterios para las categorías en base a Pyle (1997). De forma adicional a la información de capturas y recapturas se registró información de longitud alar, longitud de la cola y peso.

La información registrada se analizó utilizando el método de Jolly Seber (Lemos-Espinal *et al.* 2005). Las fórmulas utilizadas se describen a continuación, donde r_i : los animales capturados, marcados y liberados el día i ; y_i : los animales recapturados el día i ; z_i : aquellos animales marcados antes del día i que no fueron recapturados el día i pero fueron recapturados en días posteriores. N_i : tamaño poblacional para el día i ; S_i : la tasa de sobrevivencia entre el día i y el día $i+1$; B_i : el número de animales que gana la población entre el día i y el día $i+1$; m_i : el número de animales recapturados en día i ; EE: errores estándar de los diferentes parámetros.

$$M_i = \frac{z_i r_i}{y_i} + m_i \quad N_i = \frac{M_i (n_i + 1)}{m_i + 1}$$

$$S_i = \frac{M_{i+1}}{M_i + r_i - m_i} \quad B_i = N_{i+1} - N_i S_i$$

$$EE_{N_i} = \sqrt{N_i (N_i - n_i) \left\{ \frac{M_i + r_i - m_i}{M_i} \left(\frac{1}{y_i} - \frac{1}{r_i} \right) + \frac{1}{m_i} - \frac{1}{n_i} \right\}}$$

$$EE_{S_i} = S_i \left\{ \frac{(M_{i+1} - m_{i+1})(M_{i+1} - m_{i+1} + r_{i+1})}{M_{i+1}^2} \left(\frac{1}{y_{i+1}} - \frac{1}{r_{i+1}} \right) + \frac{M_i - m_i}{M_i + r_i - m_i} \left(\frac{1}{y_i} - \frac{1}{r_i} \right) \right\}^{1/2}$$

$$EE_{B_i} = \left\{ \frac{B_i^2 (M_{i+1} - m_{i+1})(M_{i+1} - m_{i+1} + r_{i+1})}{M_{i+1}^2} \left(\frac{1}{y_{i+1}} - \frac{1}{r_{i+1}} \right) + \frac{M_i - m_i}{M_i + r_i - m_i} \left(S_i r_i \left[\frac{n_i}{m_i} - 1 \right] \right) \right\}^{1/2}$$

$$\left(\frac{1}{y_i} - \frac{1}{r_i} \right) + \frac{(N_i - n_i)(N_{i+1} - B_i)(1 - S_i) \left(1 - \frac{m_i}{n_i} \right)}{M_i + r_i - m_i} + \frac{N_{i+1}(N_{i+1} - n_{i+1}) \left(1 - \frac{m_{i+1}}{n_{i+1}} \right)}{m_{i+1}}$$

$$\left\{ \frac{S_i^2 N_i (N_i - n_i) \left(1 - \frac{m_i}{n_i} \right)}{m_i} \right\}^{1/2}$$



Para el cálculo del tamaño poblacional en la isla, dado que el Junco tiene rangos de distribución muy limitados y los individuos no se distribuyen de forma uniforme y azarosa en la población, se hizo una adaptación del método. Por medio del cálculo del rango de distribución de las aves se calculó en que área de dispersión se mantenían las aves.

C. Observaciones adicionales

Se hicieron observaciones en relación a cuestiones de ecología básica tales como comportamiento, alimentación y preferencias de hábitat, así como sitios de anidación.

La información registrada con geoposicionador (GPS) tiene los datos en Universal Transversa de Mercator (UTM) y datum WGS 84.

10.1.4. Resultados

A. Distribución

Los juncos se distribuyen con mayor abundancia en el área del bosque de ciprés, donde presentan una alta densidad, al igual que en el bosque de pino y pino-encino. La cantidad de organismos es mucho menor en el bosque de palma (zona NW de la isla), la zona de tabaquillo (cercañas de playa) y manantial, siendo en algunas ocasiones muy difícil observarlos en los sitios. Observaciones incidentales fueron registradas en el bosque de Palma en las cercañas del extremo sur de la isla (3 individuos en UTM 374,835E y 3,201,233N); en el campo pesquero de la isla (1 individuo UTM 373,113E y 3,205,740N); al Este del manantial, en zona de cantiles con arbustos (1 individuo UTM 371,539E y 3,222,780N); y camino del bosque de ciprés hacia la playa de tabaquillo (1 individuo UTM 373,135E y 3,223,911N).

Cabe destacar que algunos individuos tienen rangos de distribución más amplios. Un individuo marcado en el bosque de ciprés fue registrado en el campo pesquero de la isla, a 15.5 Km de distancia. Asimismo un individuo marcado en uno de los parches de ciprés fue localizado a 1.02 km de distancia. Sin embargo esto es excepcional y se han hecho estos registros en época reproductiva.

La media del radio de distribución se estimó en 218.2 m en base a observaciones de 33 individuos a los cuales se les dio seguimiento por medio de la clave de colores de los anillos (marcas). En base a esto se calculó el área de distribución en 14.95 ha.

Las áreas de cobertura para las distintas zonas de distribución fueron las siguientes: bosque de ciprés, 86.16 ha, pino 1.33 ha, y pino-encino 11.22 ha.



B. Captura-Recaptura

Se marcaron 367 individuos en total durante el estudio. El peso promedio para esta especie fue de $18.42 \text{ gr} \pm 1.17$ (sin diferenciación de sexo) (extremos 13.4-24.6, $n = 297$). La longitud alar promedio fue de $68.21 \text{ mm} \pm 4.14$ (extremos 52-82, $n = 357$). La longitud promedio de los individuos marcados fue de 58.02 ± 3.47 (extremos 48-70, $n = 353$).

En relación al cálculo del tamaño poblacional, la información que se obtiene de los 46 días de muestreo es la siguiente:

Tamaño poblacional (N): 858.78 Error estándar: 417.66

Tasa de sobrevivencia (S): 0.536 Error estándar: 0.257

Número de individuos que gana la población (B): 570 Error estándar: 496.6

En relación al N obtenido y el área de distribución calculada se obtuvo una densidad de 57.44 individuos por hectárea. La población total para la isla Guadalupe fue estimada en 5,669.86 individuos.

C. Observaciones adicionales

El junco se encontró asociado siempre con otros individuos de su especie. Frecuentemente se detectó en pareja pero también fue frecuente la observación de grupos de 3 o 4 individuos. En grupos grandes puede haber peleas por los recursos, comida o agua, siendo desplazados algunos. Las horas de más actividad para esta especie en la isla, particularmente en el bosque de ciprés es desde el amanecer, hasta 3 horas después. El principal alimento de estas aves son las semillas y los insectos. Están adaptados a sacar las semillas de ciprés (*Cupressus guadalupensis* ssp. *guadalupensis*) y pino (*Pinus radiata* var. *binata*) de los conos abiertos y semiabiertos. En el suelo tienen el hábito de "rascar" bajo la capa superficial de hojarasca en búsqueda de insectos y larvas. Ocasionalmente se observaron consumiendo bellotas abiertas de encino. Esto en lo referente a especies nativas. En relación a las especies introducidas, el tabaquillo cerca de las costas, es el alimento por excelencia (*Nicotiana attenuata*). El néctar de las flores y las semillas son preferidos por esta especie. Las anuales no nativas, Avena (*Avena barbata*), (*Silene galica*) y Mostacilla (*Sisymbrium orientale*), son abundante fuente de alimento (entre otras especies introducidas). También los renuevos de los árboles son alimentos atractivos para ellos, seguramente por la concentración de humedad. Un experimento de germinación de plantas suculentas endémicas de la parte sur de la isla y la germinación de semilla de ciprés fracasó debido a que el Junco consumió todos los retoños. Por otro lado se le ha observado de



manera ocasional consumiendo restos de carne de cabra lo que muestra una amplia versatilidad en su alimentación.

10.1.5. Discusión

A. Distribución

La fragmentación que ha sufrido el hábitat es la principal causa de que la distribución original de los Juncos en la isla se haya modificado. Palmer menciona que a fines del siglo XIX el Junco era la especie más abundante en la isla. Esto seguramente se debió a que en esa época esta especie contaba con gran disponibilidad de hábitat gracias a los otros extensos bosques de especies arbóreas, (ahora reducido en un 96%), así como una buena cobertura en el sotobosque, tanto de especies nativas como endémicas que a la fecha han desaparecido, han sido extirpadas o restringidas a zonas inaccesibles.

Actualmente los Juncos han limitado su zona de reproducción principalmente a la zona del bosque de ciprés, pino y pino-encino. Sin embargo, su distribución es aún más amplia. Se les encuentra de manera frecuente en los pastizales de los alrededores de los bosques, los que separan los bosques de ciprés, pino y pino-encino. En el bosque de palma también pueden encontrarse aunque en números más reducidos. También se pueden encontrar en la zona de tabaquillo, tipo de vegetación que se encuentra bien representado en la porción noreste de la isla y que sirve de cierta manera de "corredor biológico" para esta especie ya que proporciona abundante alimento e incluso hábitat para anidación. La distribución del Junco se restringe a la mitad norte de la isla.

El hábitat de la isla se ha modificado de manera dramática en los últimos dos años. La erradicación de las cabras ferales, ahora en su etapa final, ha provocado cambios favorables en la vegetación beneficiando la germinación y establecimiento de especies endémicas y nativas, y aún la proliferación de especies exóticas, sobre todo pastos y herbáceas, que bien siendo éstas también invasoras proporcionan hábitat y propician el mejoramiento de suelo para el establecimiento de otras especies. Actualmente especies que se consideraban raras o en peligro de extinción son ahora comunes. Ejemplo de ello son el endémico *Senecio palmeri* y la nativa *Lotus grandiflora*, especies de matorral que ahora recolonizan y propician el mejoramiento de hábitat. Otra especie que será clave en la recuperación de hábitat para el Junco son los renuevos de pino (*Pinus radiata*) y la arbustiva, *Ceanothus arboreus*, especie descubierta recientemente que actualmente se cuenta por decenas y proporciona un hábitat formidable para esta especie de ave endémica.



B. Captura-Recaptura

El tamaño poblacional obtenido en el estudio sugiere que ha habido un incremento de la población en relación a los reportes de la literatura. Esto seguramente es resultado de un incremento en el hábitat disponible (más de 3,000 renuevos de pino y más de 10,000 de ciprés) y la abundancia de alimento (pastos y hierbas anuales nativas y exóticas). Será necesario llevar a cabo un cuidadoso seguimiento a través de los años siguientes a las acciones de restauración para evaluar la recuperación de la especie. Los errores estándar para cada uno de los tres parámetros fueron altos. Esto pudo deberse a que el tiempo y las muestras de recaptura no fueron lo suficientemente altos, aunque también pudo deberse a la alta disparidad de las capturas. Las capturas fueron llevadas a cabo en sitios con densidades muy diversas de individuos. Las capturas fueron más frecuentes en la zona cercana a sitios de disponibilidad de agua y menos frecuentes en hábitat de árboles muy altos.

Los datos obtenidos en el presente estudio de peso y de medidas morfométricas no varían de manera significativa en relación a aquellos reportados en la literatura para las especies de *Junco* continental. Sin embargo, será necesario llevar a cabo estudios referentes a la diferencia de sexo. Actualmente y en base a observaciones naturalistas se han observado ligeras variaciones en el color del plumaje de machos y hembras para su diferenciación, observación que deberá ser comprobada en base a la toma de múltiples muestras.

La alta densidad de individuos de *Junco* en relación a otras especies de aves se debe muy probablemente a la falta de competencia del nicho con otras especies. La ausencia de mamíferos nativos y reptiles hace de la isla un sitio ideal para la proliferación de esta especie debido a la ausencia de competencia por el hábitat y el alimento. El junco comparte hábitat solamente con el gorrión y paloma en altas densidades en el bosque, y en las zonas de pastizal abierto con el saltapared roquero. Otras especies presentes en el mismo hábitat son el colibrí (*Calypte anna*), el carpintero (*Colaptes auratus*), pero en mucho menor densidad, y las especies visitantes durante el invierno (e.g., *Regulus calendula*).

La población ha tenido amplios rangos de variación, lo cual seguramente ha dependido si no totalmente, si en gran parte, de los pulsos de las poblaciones de especies de mamíferos exóticos. No obstante es un hecho que la población ha declinado de su número original debido principalmente a la fragmentación y destrucción de hábitat. La desertificación ocasionada por el impacto de miles de cabras ferales en la isla fue la causa principal del colapso de la población de *Junco* en la isla.



La continuación de este estudio fue el establecimiento de una estación MAPS (Monitoring Avian Productivity and Survivorship) con el objeto de continuar con los estudios del Junco y comenzar estudios con el Gorrión. Adicionalmente se está trabajando con cuestiones genéticas que permitan esclarecer el estatus taxonómico de ambas especies.

C. Observaciones adicionales

Esta especie no difiere considerablemente de otras especies de Junco en su comportamiento y hábitos. Las observaciones arriba mencionadas muestran que esta especie ha desarrollado adaptaciones al consumo de todo tipo de alimento disponible, desde las semillas, néctar de flores, insectos en todos sus estadios e incluso carne, aunque esta última no de manera muy frecuente. Esto es seguramente lo que lo ha llevado a sostener su población. Por otro lado, el hecho de poder anidar en el suelo, entre ramas de árboles caídos lo ha protegido en relación a que se adapta a la anidación en toda clase de ambientes (árboles y rocas). De haber sido dependiente totalmente de los árboles para su anidación, seguramente la población se encontraría muy disminuida en la actualidad debido a la disminución de la cobertura arbórea.

Este trabajo se realizó con la colaboración y complemento de financiamiento de ABC-The American Bird Conservancy. En el proyecto "Estatus Poblacional del Junco de Guadalupe (*Junco insularis*) en la Reserva de la Biósfera Isla Guadalupe, México.

10.2 Establecimiento de una estación MAPS (Monitoreo de Productividad Aviaria y Sobrevivencia) en isla Guadalupe.

10.2.1. Introducción

El programa de Monitoreo de Productividad Aviar y Sobrevivencia (MAPS, por sus siglas en inglés) fue creado por el Instituto para las Poblaciones de Aves en Estados Unidos en 1989 (DeSante et al. 2004). El objeto de este programa es evaluar y dar seguimiento a la dinámica poblacional de aves terrestres en Norteamérica para proveer información de manejo y necesidades de conservación de las especies.

La información de las estaciones MAPS se utilizan para describir patrones espaciales y temporales en las tasas vitales de especies objetivo y las relaciones entre estos patrones. Este programa proporciona información relativa a características ecológicas y tendencias poblacionales de la(s) especie(s) objetivo así como características del hábitat a nivel estación y paisaje.

La información que se obtiene puede ser usada para identificar las causas del decline de una población, formular acciones de manejo y estrategias de



conservación para detener una tendencia a la desaparición y mantener poblaciones saludables y, evaluar la efectividad de las estrategias de manejo y conservación. La implementación de una estación MAPS de monitoreo en la isla Guadalupe será una valiosa herramienta para llevar a cabo estudios poblacionales en el mediano plazo de las especies de aves terrestres de la isla, en particular aquellas que habitan en el bosque de ciprés.

10.2.2. Objetivo

Conocer el estado de las poblaciones endémicas de Junco y Gorrión en la isla Guadalupe.

10.2.3. Métodos

En la isla solamente hay una estación MAPS, y se ubica en el bosque de ciprés, en las cercanías de la estación biológica (UTM 369877E, 3220979N; Figura). Las especies objetivo del estudio son el junco de Guadalupe (*Junco insularis*) y el gorrión de Guadalupe (*Carpodacus mexicanus amplus*). La estación MAPS consiste de 10 redes de niebla, colocadas en un área de 20 ha (DeSante et al. 2001).

Este estudio se ha llevado a cabo una vez cada año por tres años consecutivos (2007-2009). El protocolo indica que debe llevarse a cabo dentro de 10 periodos que se describen a continuación. Los periodos del 1 al 6 (17 de marzo al 25 de mayo) son aquellos que corresponden al "superperiodo adulto" y del periodo 7-10 (16 de mayo al 4 de julio) son los del denominado "superperiodo juvenil". Existe traslape de ambos superperiodos. El protocolo requiere al menos tres días de bandeo en el superperiodo adulto y dos días en el juvenil (Pyle y Luna Mendoza, 2007).

Se utilizaron 9 redes de 12 m y una red de 9 m. Las redes se abrieron al amanecer, por un día por periodo. De todas las aves capturadas durante el programa, se registró la siguiente información: especie, edad, sexo, mudas de plumas, estado reproductivo, longitud del ala y peso, todo ello utilizando los criterios de Pyle (1997). Los individuos capturados se marcaron con tres o cuatro anillos de celuloide de colores con una combinación única por individuo.

En 2007 se tomaron datos en ocho días del superperiodo adulto (17-19, 22 y 25 de marzo, 6, 7 y 17 de abril) y en cuatro días del superperiodo juvenil (22 y 30 de mayo; 9 y 15 de junio). En 2008 fueron cinco días del superperiodo adulto (18, 24, 28 y 29 de abril; 3, 7 y 15 de mayo) y (27 y 31 de mayo; 6, 10 y 18 de junio); y en 2009 tres días en el superperiodo adulto (14 y 21 de abril y 10 de mayo) y tres días en el juvenil (16 y 23 de mayo y 9 de junio).

Se calculó el promedio del peso (g) de machos, hembras y sexo no identificado de ambas especies. Para ello solamente se tomaron los datos de individuos



adultos no reproductivos. Los datos de todos los adultos se utilizaron para el cálculo del promedio de la longitud alar (mm).

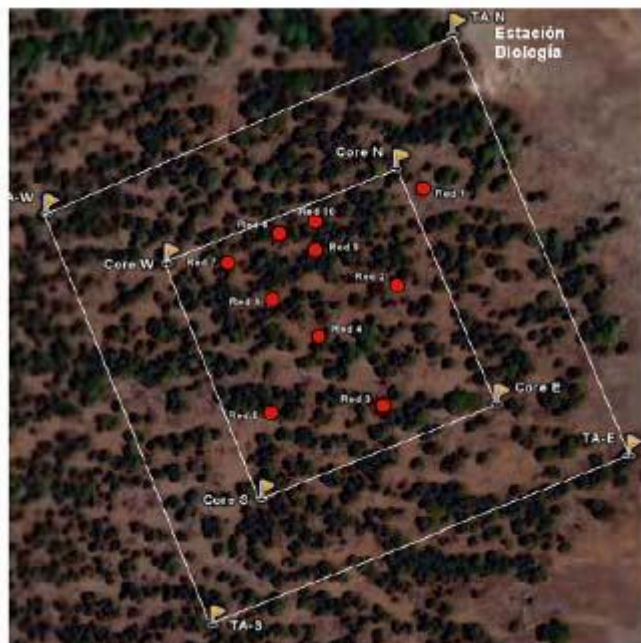


Figura 20. Ubicación de la estación MAPS en la isla y distribución de los 10 sitios de captura (redes) (Pyle y Luna Mendoza, 2007)

10.2.4. Resultados

En total hubo 265 capturas, 168 en 2007-08 y 88 en 2009. Las aves capturadas fueron de distintas especies. De los individuos capturados, 234 fueron gorriónes y juncos, el objeto de interés de este estudio, por lo que los análisis se centran en estas dos especies. Las otras las especies capturadas fueron *Piranga ludoviciana* (Leal-Sandoval et al. en prep.), *Salpinctes obsoletus*, *Calypte anna*, *Zonotrichia leucophrys* y *Falco sparverius*, la mayoría con una sola captura.

Junco insularis: Los machos tuvieron un peso promedio de $17.2g \pm 2.0$ ($n=11$); las hembras $17.1g \pm 1.3$ ($n=11$) y aquellos cuyo sexo no fue identificado $17.6g \pm 1.0$ ($n=4$). El 18% de los individuos fueron adultos no reproductivos. De longitud de ala, el promedio para machos fue de $69.6mm \pm 3.7$ ($n=51$) y para hembras $65.8mm \pm 4.1$ ($n=33$). La proporción de adultos:juveniles fue de 68.7:31.3 (

Cuadro).



Carpodacus mexicanus amplus: Los machos tuvieron un peso promedio (g) de $23.7g \pm 1.6$ ($n=11$) y las hembras $23.4g \pm 0.86$ ($n=14$). En total, de todos los individuos, el 27% fueron adultos no reproductivos. Respecto a longitud del ala para machos fue de $79.9mm \pm 3.0$ ($n=32$) y para hembras 78.9 ± 2.3 ($n=31$). La proporción de adultos:juveniles para todos los años fue de 73.9:26.1 (

Cuadro).

Cuadro 8. Índice del tamaño de la población adulta y juvenil.

| | <i>J. insularis</i> | | | <i>C. mexicanus amplus</i> | | |
|-----------|---------------------|------|------|----------------------------|------|------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2007 | 2008 | 2009 |
| Adultos | 94.1 | 56.3 | 61.5 | 93.3 | 56.8 | 76.2 |
| Juveniles | 5.9 | 43.8 | 38.5 | 6.7 | 43.2 | 23.8 |

Las probabilidades de sobrevivencia y recaptura por año no pudieron ser estimadas para ninguna de las dos especies debido a un alto porcentaje de pérdida de los anillos de celuloide y en consecuencia la imposibilidad de seguir la historia de vida por individuo.

10.2.5. Discusión

Existen pocos estudios de las poblaciones de junco y gorrión endémicos de la isla. En particular en relación a la conservación de estas especies —amenazadas por la presencia por más de 100 años de mamíferos invasores—. Ambas especies están catalogadas como en peligro de extinción por la NOM 059 (DOF-30-12-2010). La información de medidas morfométricas, sumada a aquella obtenida para el junco en 2006 (ver sección anterior), así como las del gorrión endémico esperamos contribuirá de manera significativa al conocimiento de estas especies en particular. Uno de los énfasis del estudio es la proporción de adultos:juveniles, que es un indicador de la salud de la población en general. El año 2007 mostró datos muy diferentes al 2008 y 2009, estos dos últimos, con mayor similitud entre sí. Podemos atribuir estas diferencias entre 2007 y 2008-2009 a, 1) un cambio significativo en las condiciones en la isla, que hayan afectado la productividad de las poblaciones o 2) errores en el muestreo durante este año, siendo el primer año de muestreo. El cálculo de la edad en passeriformes es complicado y uno fácilmente puede determinarlo de manera errónea. En cuanto a las diferencias en la productividad entre 2008 y 2009, el índice de adultos aumento y hubo una disminución en el índice de juveniles para ambas especies, del junco 5.2% de



aumento en adultos y disminución en juveniles del 2008 a 2009 y del gorrión 19.4 de aumento y disminución en adultos y juveniles respectivamente. Este resultado es de alguna manera esperado, ya que el incendio de 2008 afectó de alguna manera a las poblaciones, sin embargo estas diferencias no son significativas. Este estudio continuará en los siguientes años con el objetivo de contar con una línea de investigación en torno a ambas especies de carácter permanente.

10.3. Monitoreo de Aves Terrestres

10.3.1 Introducción

La isla Guadalupe fue visitada por primera vez por un naturalista en 1875, encontrando una extraordinaria riqueza de vida animal y vegetal (Anthony 1901). Subsecuentemente existen listados y trabajos sobre las aves de la isla (Kaeding 1905; Thayer y Bangs 1908; Swarth 1914; Kimball 1922; Howell y Cade 1954; Howell y Cade 1955; Mirsky 1976; Barton *et al.* 2004). Hasta el momento los trabajos realizados sobre la avifauna terrestre se han enfocado a reportar la presencia de éstas en la isla, y sólo unos pocos han intentado cuantificar las poblaciones de las aves residentes y visitantes (Luna-Mendoza *et al.* 2005). Los listados publicados registran 59 (Howell y Cade 1954; Howell y Cade 1955) y 112 especies (Jehl y Everett 1985); desde entonces se añadieron 9 especies más (Pyle *et al.* 1994; Howell *et al.* 2001; Sweet *et al.* 2001; Barton *et al.* 2004; Erickson *et al.* 2005), reconociendo en el último trabajo un total de 136 especies en la isla e islotes adyacentes, (Quintana-Barrios, Ruiz-Campos *et al.* 2006). De éstas, 71 corresponden a aves terrestres, residentes y migratorias que a lo largo del tiempo se han registrado en los diversos hábitats de la isla. Las especies más comunes son el Gorrión de Guadalupe (*Carpodacus mexicanus amplus*), Junco de Guadalupe (*Junco hyemalis insularis*), Saltapared roquero (*Salpinctes obsoletus guadalupensis*), Tecolote llanero (*Athene cunicularia*), Cernícalo americano (*Falco sparverius*) y los más recientes colonizadores como el Pradero occidental (*Sturnella neglecta*), el Tordo de cabeza café (*Molotus ater*) y la Paloma huilota (*Zenaida macroura*).

10.3.1. Objetivo

El presente trabajo intenta establecerse como un parámetro de éxito en proceso de erradicación de las cabras ferales. Debido a que la fauna exótica ha diezmando la vegetación y a las aves durante 150 años, es importante el desarrollo de un marco de referencia en cuanto a la composición espacial y temporal de la avifauna terrestre de la isla.



10.3.2. Métodos

Para determinar la densidad de aves terrestres se utilizó el método de transectos lineales (Mikol, 1980). Esto se llevó a cabo durante los meses de abril y junio de 2008. A partir de junio se llevó a cabo al análisis de la información. Los métodos visuales son apropiados para cuantificar aves en hábitats abiertos (Ralph et al. 1996; Casagrande y Bessinger 1997 en Carmona et al. 2005). Los transectos fueron distribuidos por toda la isla con la intención de cubrir la mayor cantidad de área y hábitat distintos. En total se realizaron 72 transectos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Zonas donde se realizaron los transectos lineales.

| Zona | No. Transectos |
|------------------------|-----------------------|
| Camino principal | 25 |
| Manantial | 4 |
| Cordillera pino-encino | 9 |
| Camino a Campo Norte | 7 |
| Camino a Campo Oeste | 11 |
| Cañon del Muerto | 8 |
| Camino a Pinos | 8 |

Se realizó una visita mensual a cada transecto de los meses de abril a junio de 2008, donde un equipo de 2 personas, apoyadas con binoculares 10 x 40 para identificar las aves, contabilizó los especímenes observados en los transectos como lo sugieren Carmona y colaboradores (2005), durante los periodos de las 0600 a 1000 y 1600 a 2000 horas. Esto siempre que el clima lo permitió. La medida del transecto fue de 50 m de longitud, con una amplitud efectiva de 30 m (15 por lado). Este valor de amplitud está dentro del umbral de distancia efectiva de detección (cf. Emlen 1971; Mikol 1980; Casagrande y Beissinger, 1997). La densidad de aves terrestres (D) se calculó usando la ecuación descrita por Mikol (1980): $D = [nW/WL] 10,000$.

La información de cada uno de los transectos se incluye en la base de datos ListadoAvesGpe-CONABIO-Enero2011.



10.3.3. Resultados y discusión

Se identificaron 16 especies de aves terrestres, de las cuales 10 fueron detectadas dentro de los transectos, y las otras 4 en áreas cercanas. Tres especies (Junco de Guadalupe, Gorrión de Guadalupe y el Saltapared roquero de Guadalupe), están consideradas como protegidas y endémicas de acuerdo a la NOM-059 (NOM-059-SEMARNAT 2001).

Las dieciséis especies encontradas en isla Guadalupe representan sólo una fracción de los registros históricos para el sitio. Sin embargo, esta riqueza de especies puede estar relacionada a la época del año en que se llevó a cabo el estudio. En contraste con registros previos (Howell y Cade 1954, Jehl y Everett 1985, Mellink y Palacios 1990, Barton *et al.* 2004, Luna-Mendoza *et al.* 2005, Quintana-Barrios *et al.* 2006), se reporta una mayor cantidad de especies, lo cual se debe al análisis histórico de los listados para la isla. Sin embargo en el trabajo de 1906 (Thayer y Bangs 1908) la riqueza de especies es similar a este trabajo, tal vez por coincidir en las fechas en que se desarrolló. Se registraron 10 especies residentes, dos migratorias, dos nuevos registros (*Patagioneas fasciata* y *Streptopelia decaocto*) y la especie ya registrada para la isla pero con status desconocido aún, el estornino europeo (*Sturnus vulgaris*). Los nuevos registros se obtuvieron en zonas cercanas a los transectos, los tres migratorios se observaron al operar una estación de anillado bajo el protocolo MAPS.

Las aves con mayor presencia en los transectos y que en conjunto suman el 87.6% del total de registros durante el monitoreo son el gorrión de Guadalupe, con el 28.8%, saltapared roquero con 26%, paloma huilota con 22.5% y el junco de Guadalupe con 10.3%. Estas tres especies fueron las más abundantes durante todos los monitoreos, pero no en todos los transectos.

El gorrión de Guadalupe y el saltapared roquero son las especies distribuidas más uniformemente, ya que se pudieron observar y contabilizar en el 49% de los transectos realizados, siendo el saltapared roquero el que se ubicó en un mayor número de sitios (29%). La paloma huilota fue la tercera especie más observada en los transectos, llegando a formar grupos numerosos. Por último, el junco de Guadalupe dominó las zonas cubiertas por ciprés de Guadalupe.

La densidad presentada en las aves con mayor presencia en los conteos se mostró constante a lo largo del monitoreo. El gorrión de Guadalupe tuvo una densidad de 12.79 individuos/ha, el saltapared roquero de 11.89 individuos/ha, y la paloma huilota 10.02 individuos/ha. El junco de Guadalupe, la especie de mayor interés para la conservación, refleja una densidad de 4.61 aves/ha.



Esto nos indica que a pesar de no encontrarse en todas las localidades de monitoreo, la especie tiene una presencia importante en la isla. El mes con mayor densidad de aves fue el mes de junio, con 882 individuos contabilizados. La razón probable es que la temporada reproductiva estaba en su etapa final y muchos de las aves juveniles ya habían desarrollado su plumaje juvenil y tenían la capacidad de volar, por lo cual las probabilidades de ser observadas se incrementan.

La especie más abundante es conocida por su capacidad para reproducirse y adaptarse (Wang *et al.* 2003), coincidiendo con otro trabajo realizado en islas (Carmona *et al.* 2005). Se observaron patrones de densidad en las especies residentes: éstas alcanzaron altas densidades en las fechas en las que la temporada reproductiva generaba juveniles "volantones". Dos nuevos registros de aves se obtuvieron por observaciones durante el periodo que personal de Conservación de Islas permaneció en la isla. *Streptopelia decaocto* (Howell y Weeb 1995; Romagosa 2002, Erickson *et al.* 2008) es una especie introducida que ha avanzado velozmente en norte América, presumiblemente desde el Caribe, desplazando a las especies de palomas nativas del continente. Por otro lado *Patagioneas fasciata* es una especie que dista de ser común, sin embargo se tienen registradas poblaciones reproductoras en la península de Baja California (Howell y Weeb 1995; Keppie y Braun 2000). Esto nos deja con la posibilidad de que esta especie sea un visitante casual de la isla.

Se obtuvo una densidad general de 44.4 individuos/ha en el área muestreado por este monitoreo. La extrapolación del monitoreo para toda la isla daría una densidad de 0.06 individuos/ha. Cabe destacar que la extrapolación no debe tomarse como absoluta ya que se requiere la diferenciación por hábitat, así como monitoreo en diferentes épocas del año. Por otro lado, existe la necesidad de más de un monitoreo por tres o más años que aporten datos suficientes para emitir datos concluyentes. Lo anterior ya que la densidad de aves en islas puede variar dependiendo de eventos climáticos y la disponibilidad de alimento (Carmona *et al.* 2005).

10.4 Monitoreo del éxito reproductivo del Albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*)

10.4.1. Introducción

El albatros de Laysan fue observado por primera vez cerca de las islas de México a mediados de 1970 (Pitman 1985 y Jennings, 1987), y una colonia reproductiva fue descubierta en 1986 en la isla Guadalupe (Dunlap 1988). Desde entonces, la población ha ido en aumento, presentando en la actualidad más de 300 nidos en las localidades de Punta Sur, Morro Prieto e Islote Zapato.

El período de anidación del albatros de Laysan en la isla Guadalupe es sincrónico con aquel de las islas de Hawai. El cortejo comienza a mediados de



noviembre, la puesta de huevos es de noviembre a mediados de diciembre, los polluelos eclosionan a finales de enero y principios de febrero, y empluman a mediados de junio (Keitt *et al* 2005).

En la isla principal, la colonia de Punta Sur y Colinas Negras han estado sujetas a depredación por gatos (Keitt *et al* 2005). Lo anterior aunado al pastoreo excesivo, las malas prácticas de uso de suelo asociado al uso militar, y las fuertes lluvias son las causas de la destrucción de nidos y la mortalidad de polluelos (Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza 1996, Keitt *et al* 2005). En el año del 2002-2003, durante la temporada reproductiva, se registraron las primeras observaciones de la depredación de albatros de Laysan por gatos ferales. Éstos mataron a 35 de los 484 adultos, lo que representa el 7.2% del total de la población reproductiva en la isla Guadalupe, y el 30.2% de la colonia de Punta Sur. Los gatos son los principales responsables de la duplicación de la tasa de fracasos de los nidos en Punta Sur. En el 2003, Conservación de Islas realizó el control de gatos ferales alrededor de la colonia, eliminando 18 gatos. La mortandad de albatros se redujo y no se observaron otras muertes de adultos relacionados con los gatos (Keitt *et al* 2005). Desde entonces, Conservación de Islas ha continuado con el control de gatos ferales alrededor de las colonias de albatros de Laysan.

En isla Guadalupe se ha llevado a cabo durante los últimos años el monitoreo de la población de albatros de Laysan en Punta Sur (en la isla principal). Se lleva a cabo el registro de la cantidad de nidos, huevos y polluelos que sobreviven al final de cada temporada. Actualmente se tienen registros de 8 años consecutivos. La finalidad de este estudio es obtener información del éxito reproductivo de esta especie una vez eliminando la presión por depredación de los gatos ferales.

10.4.2. Métodos

En diciembre de cada año se lleva a cabo el conteo y etiquetado de albatros en la colonia de Punta Sur en la isla principal. En cada uno de los nidos se colocó una estaca de color resaltante y un número. La idea de esto es dar seguimiento a cada uno de los nidos. De febrero a junio se lleva a cabo el registro de cuantos polluelos y volantones se logran. La razón entre el número de huevos puestos y las crías logradas es evaluada como la productividad de la colonia.



10.4.3. Resultados y discusión

Durante la temporada 2008-2009 se contaron y marcaron 85 nidos. Cada uno con un huevo, a excepción de un sólo nido con dos huevos. En febrero-junio de 2009 se llevó a cabo el registro de cuantos polluelos se lograron. Es en esta temporada que se registra un aumento en la distribución de la colonia de Albatros en la isla principal, encontrando 3 nidos en "Colinas Negras" localizadas al suroeste de la isla, frente al islote morro prieto.

Cuadro 6. Productividad de la colonia de albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*) en la punta sur de la isla Guadalupe.

| Temporada | No. Huevos | No. de crías (volantones) | Porcentaje de sobrevivencia |
|------------------|-------------------|--------------------------------------|--|
| 2003-2004 | 52 | 44 | 84.6 |
| 2004-2005 | 60 | 25 | 41.6 |
| 2005-2006 | 64 | 54 | 84.3 |
| 2006-2007 | 69 | 60 | 86.9 |
| 2007-2008 | 66 | 55 | 83.3 |
| 2008-2009 | 84 | 64 | 76.2 |
| 2009-2010 | 96 | 75 | 78.1 |

En los últimos dos años no se han registrado muertes de albatros a causa de los gatos ferales gracias al control de éstos. Es importante seguir llevando a cabo dicho control en zonas de anidación así como el monitoreo de ambas especies para mantener esta colonia libre de esta amenaza. Se anexa la base de datos (AlbatrosGpe-CONABIO-Enero2011.xls).



11. Estudio de la vegetación de la isla Guadalupe

11.1 Introducción

Los estudios de vegetación en la isla tienen como propósito fundamental el documentar la recuperación de la vegetación nativa después de la erradicación de cabras ferales. Parte de ello ha sido la implementación de cercos de exclusión contruidos con malla ciclónica y alambre de púas. Éstos sirvieron como una barrera para permitir la recuperación de especies de flora y establecer una comparación entre las condiciones prístinas y de herbivoría. El objetivo del estudio fue evaluar el potencial natural de regeneración de la vegetación y el estudio se centró tanto en especies exóticas como nativas.

Preservar o restaurar especies nativas y comunidades naturales es uno de los objetivos principales de todos los programas de erradicación que se llevan a cabo en los ambientes insulares. Uno de los objetivos de estos programas de erradicación es conservar o incrementar la diversidad. En situaciones donde no ha habido extinciones pero la abundancia relativa de las especies nativas ha disminuido se vuelve complejo evaluar la diversidad. La erradicación de la especie que está afectando la población no modificará la diversidad gamma pero si la alfa y beta. La salida deseada es que la diversidad incremente, sin embargo frecuentemente las áreas de estudio ya se encuentran invadidas por una serie de invasoras lo cual ha alterado el equilibrio (Klinger et al. 2002).

El objeto del estudio es evaluar los cambios en la diversidad de plantas, la cobertura y la abundancia a través del tiempo como una medida de la recuperación de la vegetación.

11.2 Métodos

En junio de 2001 se instalaron 12 cercos de malla ciclónica en la isla con objeto de evaluar los efectos de la herbivoría sobre las especies vegetales. Dos cercos se instalaron en las planicies perturbadas cerca de la pista de aterrizaje (coordenadas UTM entre 375768E, 3210750N y 375924E y 3210636N), tres cercos en uno de los rodales de ciprés (coordenadas UTM entre 370671E, 3220528N y 370680E y 3220534N) y dos en los pinos más sureños (coordenadas UTM entre 371116E, 3224967N y 371387E y 3225004N). En 2002 se instalaron transectos para la comparación entre la vegetación dentro y fuera del cerco de exclusión, con cabras ferales aún lejos de los cercos. Se instalaron en total 36 transectos, de entre 15 m y 30 m de largo. Los transectos fueron leídos anualmente en primavera de 2002 y 2007. Para su lectura se utilizó una cinta de 50 m que se colocaba de extremo a extremo de las varillas de aluminio que delimitan los transectos. Se utilizaron formatos para la captura de la información. La altura de las plantas fue medida cada 30 cm. La información registrada para cada uno de los puntos consistió en el tipo de sustrato, especie(s), individuos por especie y registro de la altura del



individuo de mayor altura (herbáceas). Este estudio continuará por los siguientes años.

Para el análisis de los datos se calculó la riqueza específica (D) empleando el índice de Margalef (Margalef 1967), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$D = (s - 1) / \ln N$$

Donde:

D = riqueza de especies

s = número de especies

N = número total de plantas

Se realizaron caminatas de reconocimiento durante abril de 2003 a mayo de 2006 con el objetivo de reconocer y registrar las nuevas especies de la vegetación y de sus principales agrupaciones de plantas. Con estas caminatas se estableció el sistema de muestreo estratificado de campo. La lista de especies de plantas vasculares observadas fue establecida mediante el inventario o levantamiento florístico de los grupos taxonómicos observados en cada punto de muestreo. Se incluyeron árboles, arbustos, hierbas, y helechos. Se anotaron los nombres de las especies conocidas y, en caso de ser necesario, se recolectaron especímenes botánicos de las especies desconocidas o raras. Las muestras recolectadas fueron identificadas por personal del jardín botánico de Santa Bárbara, CA, EUA.

11.3 Resultados y discusión

De las 14 especies más representativas en el estudio, nueve de ellas fueron especies exóticas, cuatro nativas y una endémica. Son las que presentan una mayor abundancia. La cantidad de plantas fue mayor para 2007 sin embargo la riqueza disminuyó de 4.16 en 2002 a 3.85 en 2007. En 2002 si hubo una diferencia significativa en la cantidad de plantas registradas para dentro y fuera ya que aun existían cabras ejerciendo presión sobre la vegetación no protegida por el cerco de exclusión. En 2007 esto se modifica radicalmente teniendo tanto la cantidad de plantas registradas como la riqueza sin diferencias evidentes como se muestra en el siguiente cuadro.



Cuadro 7. Análisis comparativo de la composición de la comunidad vegetal, en riqueza, registros y especies, durante 2002 y 2007.

| Categoría | AÑO | |
|-----------------------|-------------|-------------|
| | 2002 | 2007 |
| Número de registros | 665 | 970 |
| Número de especies | 35 | 34 |
| Índice de riqueza (D) | 4.16 | 3.85 |

Cuadro 8. Análisis comparativo de la composición de la comunidad vegetal, por zona de estudio.

| Zona de exclusión | Año | Número de especies | Total de Organismos (N) | Índice de riqueza específica (D) |
|--------------------------|------------|---------------------------|--------------------------------|---|
| Dentro | 2002 | 28 | 473 | 4.38 |
| Afuera | 2002 | 25 | 192 | 4.56 |
| Dentro | 2007 | 27 | 716 | 3.95 |
| Afuera | 2007 | 27 | 709 | 3.96 |

Sin embargo, en el área de la pista en 2007 ha habido una disminución de la cantidad de especies nativas y exóticas tanto dentro como fuera del cerco, en relación al 2002. En la parte norte de la isla, sobre todo en la zona del bosque de pino, la precipitación es considerablemente mayor así como la humedad relativa del ambiente. No así en las zonas centro y sur de la isla donde la sequía se acentúa. Este factor es muy importante para la recuperación de la vegetación. Fue notable observar que durante las mediciones del 2007 no se registró una sola planta anual en la zona de la Pista (zona centro), mientras que en la zona norte donde se ubican los bosques de ciprés y pino se registró una gran cantidad de anuales en floración. A ello se debe que observemos en una mayor proporción de especies en los pinos que en la pista y aún en el bosque de ciprés. No obstante se observa claramente que existiendo humedad, la cantidad de plantas aumenta considerablemente en relación al primer año



de muestreo. Existen algunas especies que dominan los ambientes, tanto especies exóticas como nativas, pero de una u otra manera ayudan al mejoramiento del hábitat. El producto obtenido de las actividades de registro y monitoreo de nuevos registros es el listado florístico que se incluye en el Anexo VI. Este listado continuará actualizándose en la medida que se tengan nuevos hallazgos.

Anexo VIII. Listado florístico de isla Guadalupe.

CLASE PTERIDOPHYTA

| DIVISION | | FILICOPSIDA | | | |
|--------------|-----------------|--|--------|----------|------------|
| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ORIGEN | STATUS | FUENTE |
| POLYPODIALES | Dryopteridaceae | <i>Polystichum munitum</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Polypodiaceae | <i>Polypodium californicum</i> | Nativa | Presente | Moran 1997 |
| | | <i>Polypodium scolieri</i> | Nativa | Rara | Moran 1998 |
| | Pteridaceae | <i>Cheilanthes newberryi</i> | Nativa | Presente | Moran 1999 |
| | Pteridaceae | <i>Notholaena californica californica</i> | Nativa | Presente | Moran 2000 |
| | Pteridaceae | <i>Pellaea mucronata</i> var. <i>mucronata</i> | Nativa | Presente | Moran 2001 |
| | Pteridaceae | <i>Pentagramma triangularis triangularis</i> | Nativa | Presente | Moran 2002 |
| | | <i>Pentagramma triangularis viscosa</i> | Nativa | Presente | Moran 2003 |
| | Pteridaceae | <i>Pentagramma triangularis maxonii</i> | Nativa | Presente | Moran 2004 |
| | | | | | |

CLASE PINOPHYTA

| DIVISION | | PINOPSIDA | | | |
|----------|--------------|--|----------|----------|------------|
| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ORIGEN | STATUS | FUENTE |
| PINALES | Cupressaceae | <i>Cupressus guadalupensis guadalupensis</i> | Endémico | Presente | Moran 1996 |
| | | <i>Juniperus californica</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Pinaceae | <i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i> | Endémico | Presente | Moran 1996 |

CLASE MAGNOLIOPHYTA

| DIVISION | | MAGNOLIOPSIDA (Dicotiledoneas) | | | |
|-----------|------------|--------------------------------|------------------------------|-----------|------------|
| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ORIGEN | STATUS | FUENTE |
| APIALES | Apiaceae | <i>Daucus pusillus</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Apiaceae | <i>Lomatium insulare</i> | Endémica insular IG, SC y SN | Presente | Moran 1996 |
| ASTERALES | Asteraceae | <i>Agoseris heterophylla</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |



Restauración y conservación de isla Guadalupe

| | | | | | |
|----------------|---------------|---|--------------------------|-----------------------|------------|
| | Asteraceae | <i>Amblyopappus pusillus</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Ambrosia camphorata</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Artemisia californica</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Baeriopsis guadalupensis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Centaurea melitensis</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Chamomilla occidentalis</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Coreopsis gigantea</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Deinandra frutescens</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Deinandra greeneana</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Deinandra palmeri</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Eriophyllum lanatum</i> var. <i>grandiflorum</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Filago arizonica</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Filago californica</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Gnaphalium bicolor</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Gnaphalium stramineum</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Hazardia cana</i> | Endémica insular IG y SC | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Hypochaeris glabra</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Lasthenia californica</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Lasthenia coronaria</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Layia platyglossa</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Malacothrix clevelandii</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Micropus californicus</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Perityle emoryi</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Perityle incana</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Senecio palmeri</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Sonchus oleraceus</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Sonchus tenerrimus</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Stebbinsoseris heterocarpa</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Stephanomeria guadalupensis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Asteraceae | <i>Uropappus lindleyi</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Campanulaceae | <i>Githopsis diffusa</i> var. <i>guadalupensis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Campanulaceae | <i>Triodanis biflora</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| BRASSICALES | Resedaceae | <i>Oligomeris linifolia</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| CAPPARELES | Brassicaceae | <i>Erysimum moranii</i> | Nativa | Restringida a islotes | Moran 1996 |
| CARYOPHILLALES | Aizoaceae | <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Aizoaceae | <i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Cactaceae | <i>Cylindropuntia prolifera</i> | Nativa | | Moran 1996 |



Restauración y conservación de isla Guadalupe

| | | | | | |
|-----------------|------------------|--|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|
| | Cactaceae | <i>Mammillaria blossfeldiana</i> var. <i>shurliana</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Cerastium glomeratum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Herniaria hirsuta cinerea</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Silene antirrhina</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Silene gallica</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Spergularia bocconii</i> | Exótica | Rara | Rebman et al. 2005 |
| | Caryophyllaceae | <i>Spergularia macrotheca</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Spergularia macrotheca</i> var. <i>talinum</i> | Posible endemismo | Rebman | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Spergularia marina</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Caryophyllaceae | <i>Stellaria nitens</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Chenopodiaceae | <i>Aphanisma blitoides</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Chenopodiaceae | <i>Atriplex barclayana</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Chenopodiaceae | <i>Atriplex californica</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Chenopodiaceae | <i>Atriplex semibaccata</i> | Exótica | | Rebman et al. 2005 |
| | Chenopodiaceae | <i>Atriplex suberecta</i> | Exótica | | Rebman et al. 2005 |
| | Chenopodiaceae | <i>Chenopodium murale</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Chenopodiaceae | <i>Suaeda taxifolia</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Frankeniaceae | <i>Frankenia salina</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Nyctaginaceae | <i>Mirabilis laevis</i> var. <i>crassifolia</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Polygonaceae | <i>Eriogonum zapatoense</i> | Nativa | Restringida islote Zapato | Moran 1996 |
| | Polygonaceae | <i>Pterostegia drymarioides</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Polypodiaceae | <i>Polypodium californicum</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Polypodiaceae | <i>Polypodium scolieri</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Portulacaceae | <i>Calandrina ciliata</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Portulacaceae | <i>Calandrinia maritima</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Portulacaceae | <i>Cistanthe guadalupensis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Portulacaceae | <i>Claytonia parviflora</i> | Nativa | | Junak et al. 2005 |
| | Portulacaceae | <i>Claytonia perfoliata mexicana</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| CROSSOSOMATALES | Crossosomataceae | <i>Crossosoma californicum</i> | Endémica insular IG y dos islas de CA | | Moran 1996 |
| CUCURBITALES | Cucurbitaceae | <i>Marah guadalupensis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| DIPSACALES | Caprifoliaceae | <i>Lonicera hispidula</i> var. <i>vacillans</i> | Nativa | | Rebman et al. 2005 |
| ERICALES | Ericaceae | <i>Arctostaphylos</i> sp. | Posible endemismo | Extinta | Moran 1996 |



Restauración y conservación de isla Guadalupe

| | | | | | |
|--------------|----------------|--|---|---------------|-------------------|
| | Primulaceae | <i>Anagallis arvensis</i> | Exótica | Extirpada | Moran 1996 |
| | Primulaceae | <i>Dodecatheon clevelandii</i> ssp. <i>insularis</i> | Nativa | Escasa | Moran 1996 |
| FAGALES | Fagaceae | <i>Quercus tomentella</i> | Endémica insular IG y algunas islas de CA | Poco común | Moran 1996 |
| GENTIANALES | Apocynaceae | <i>Nerium oleander</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Rubiaceae | <i>Galium angulosum</i> | Endémica | Rara | Moran 1996 |
| | Rubiaceae | <i>Galium aparine</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Geraniaceae | <i>Erodium brachycarpum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Geraniaceae | <i>Erodium cicutarium</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Geraniaceae | <i>Erodium moschatum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| LAMIALES | Boraginaceae | <i>Amsinckia menziesii</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Boraginaceae | <i>Cryptantha foliosa</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Boraginaceae | <i>Cryptantha maritima</i> var. <i>maritima</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Boraginaceae | <i>Harpagonella palmeri</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Boraginaceae | <i>Pectocarya linearis ferocula</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Boraginaceae | <i>Pectocarya recurvata</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Boraginaceae | <i>Plagiobothrys acanthocarpus</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Boraginaceae | <i>Plagiobothrys collinus</i> var. <i>californicus</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Brassica nigra</i> | Exótica | Extirpada | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Capsella bursa-pastoris</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Descurainia pinnata menziesii</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Guillenia lasiophylla</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Hutchinsia procumbens</i> | Nativa | Poco común | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Lepidium lasiocarpum</i> var. <i>latifolium</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Lepidium nitidum</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Lepidium oblongum</i> var. <i>insulare</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Raphanus sativus</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Sisymbrium irio</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Sisymbrium orientale</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Brassicaceae | <i>Thysanocarpus erectus</i> | Endémica de BC | Poco común | Moran 1996 |
| | Lamiaceae | <i>Mentha citrata</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Lamiaceae | <i>Pogogyne tenuiflora</i> | Endémica | Extinta | Moran 1996 |
| | Lamiaceae | <i>Satureja palmeri</i> | Endémica | Redescubierta | Junak et al. 2005 |
| LOSALES | Plantaginaceae | <i>Plantago ovata</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Loasaceae | <i>Mentzelia micrantha</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| MALPHIGIALES | Euphorbiaceae | <i>Chamaesyce pondii</i> | Nativa | | Moran 1996 |



Restauración y conservación de isla Guadalupe

| | | | | | |
|--------------|---------------|---|--|-----------------------|-------------------|
| | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia misera</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Lotus argophyllus</i> | Posible endemismo | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Lotus ornithopus</i> | | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Lotus grandiflorus</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Lupinus bicolor</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Lupinus guadalupensis</i> | Nativa | Poco común | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Lupinus niveus</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Medicago polymorpha</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Melilotus indica</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Trifolium gracilentum</i> var. <i>gracilentum</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Trifolium microcephalum</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Trifolium palmeri</i> | Endémica insular IG y varias islas de CA | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Vicia hassei</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Fabaceae | <i>Vicia ludoviciana</i> var. <i>ludoviciana</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| MALVALES | Malvaceae | <i>Lavatera lindsayi</i> | Endémica de islote Zapato | Restringida a islotes | Moran 1996 |
| | Malvaceae | <i>Lavatera occidentalis</i> | Endémica insular IG e isla Coronado Sur | Rara | Moran 1996 |
| | Malvaceae | <i>Malva parviflora</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Malvaceae | <i>Sphaeralcea palmeri</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Malvaceae | <i>Sphaeralcea sulphurea</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| MYRTALES | Onagraceae | <i>Camissonia guadalupensis</i> | Endémica | Rara | Moran 1996 |
| | Onagraceae | <i>Camissonia robusta</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Onagraceae | <i>Epilobium foliosum</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| POLEMONIALES | Polemoniaceae | <i>Allophyllum gilioides</i> | Nativa | Redescubierta | Junak et al. 2005 |
| | Polemoniaceae | <i>Gilia nevinii</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Polemoniaceae | <i>Linanthus pygmaeus pygmaeus</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| RANUNCULALES | Papaveraceae | <i>Eschscholzia californica</i> var. <i>californica</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Papaveraceae | <i>Eschscholzia elegans</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Papaveraceae | <i>Eschscholzia palmeri</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Papaveraceae | <i>Eschscholzia ramosa</i> | Endémica insular IG y varias islas de CA | | Moran 1996 |
| | Papaveraceae | <i>Platystemon californicus</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Ranunculaceae | <i>Myosurus minimus</i> var. <i>filiformis</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Ranunculaceae | <i>Ranunculus hebecarpus</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| ROSALES | Rhamnaceae | <i>Ceanothus arboreus</i> | Nativa | Poco común | Junak et al. 2005 |
| | Rhamnaceae | <i>Ceanothus crassifolius</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Rhamnaceae | <i>Ceanothus cuneatus</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |



Restauración y conservación de isla Guadalupe

| | | | | | |
|-----------------|------------------|---|--|-----------------------|-------------------|
| | Rhamnaceae | <i>Rhamnus pirifolia</i> | Endémica insular IG y varias islas de CA | Rara | Moran 1996 |
| | Rosaceae | <i>Aphanes occidentalis</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Rosaceae | <i>Heteromeles arbutifolia</i> var. <i>macrocarpa</i> | Endémica | Extinta | Moran 1996 |
| SANTALES | Viscaceae | <i>Phoradendron densum</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| SAPINDALES | Anacardiaceae | <i>Malosma laurina</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Anacardiaceae | <i>Rhus integrifolia</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| SAXIFRAGALES | Crassulaceae | <i>Crassula connata</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Crassulaceae | <i>Dudleya guadalupensis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Crassulaceae | <i>Dudleya virens</i> ssp. <i>extima</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| | Saxifragaceae | <i>Jepsonia malvifolia</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| SCROPHULARIALES | Oleaceae | <i>Hesperelaea palmeri</i> | Nativa | Extinta | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Antirrhinum nuttallianum subssesile</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Antirrhinum watsonii</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Castilleja exserta</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Castilleja attenuata</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Castilleja fruticosa</i> | Endémica | Rara | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Castilleja guadalupensis</i> | Endémica | Probablemente extinta | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Galvezia speciosa</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Linaria canadensis</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Mimulus latifolius</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Scrophulariaceae | <i>Scrophularia villosa</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| SIMMONDSIALES | Simmondsiaceae | <i>Simmondsia chinensis</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| SOLANALES | Convolvulaceae | <i>Calystegia macrostegia macrostegia</i> | Nativa | | Junak et al. 2005 |
| | Convolvulaceae | <i>Cuscuta corymbosa</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Solanaceae | <i>Lycium californicum</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Solanaceae | <i>Lycium fremontii</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Solanaceae | <i>Nicotiana attenuata</i> | Nativa | Redescubierta | Moran 1996 |
| | Solanaceae | <i>Nicotiana glauca</i> | Exótica | | Junak et al. 2005 |
| | Solanaceae | <i>Solanum americanum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Solanaceae | <i>Solanum douglasii</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Solanaceae | <i>Solanum wallacei</i> ssp. <i>clokeyi</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Hydrophyllaceae | <i>Emmenanthe penduliflora</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Hydrophyllaceae | <i>Eucrypta chrysanthemifolia</i> var. <i>bipinnatifida</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Hydrophyllaceae | <i>Eucrypta chrysanthemifolia</i> var. | Nativa | | Moran 1996 |



Restauración y conservación de isla Guadalupe

| | | | | | |
|-----------|-----------------|---|------------------------------|-----------|------------|
| | | <i>chrysanthemifolia</i> | | | |
| | Hydrophyllaceae | <i>Phacelia floribunda</i> | Endémica insular IG, SB y SC | | Moran 1996 |
| | Hydrophyllaceae | <i>Phacelia phyllomanica</i> | Endémica | Rara | Moran 1996 |
| | Hydrophyllaceae | <i>Pholistoma racemosum</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| SPINDALES | Rutaceae | <i>Ruta chalepensis</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| URTICALES | Urticaceae | <i>Hesperocnide tenella</i> | Nativa | Extirpada | Moran 1996 |
| | Urticaceae | <i>Parietaria hespera</i> var. <i>hespera</i> | Nativa | | Moran 1996 |

DIVISION LILIOPSIDA (Monocotiledoneas)

| ORDEN | FAMILIA | ESPECIE | ORIGEN | STATUS | FUENTE |
|-------------|-------------|--|------------------------------------|-------------------------|------------|
| ALISMATALES | Zosteraceae | <i>Phyllospadix torreyi</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Zosteraceae | <i>Zostera marina</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| ARACALES | Arecaceae | <i>Brahea edulis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| LILIALES | Liliaceae | <i>Dichelostemma capitatum</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Liliaceae | <i>Triteleia guadalupensis</i> | Endémica | | Moran 1996 |
| POALES | Juncaceae | <i>Juncus bufonius</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Aristida adscensionis</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Avena barbata</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Avena fatua</i> | Exótica | Probablemente extirpada | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Bromus diandrus</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Bromus hordeaceus</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Bromus madritensis ssp. rubens</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Bromus tectorum</i> | Exótica | Extirpada | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Bromus trinii</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Dissanthelium californicum</i> | Endémica insular IG y dos islas CA | Extirpada | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Hordeum murinum ssp. glaucum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Hordeum murinum ssp. leporinum</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Lamarckia aurea</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Melica imperfecta</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Muhlenbergia microsperma</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Phalaris caroliniana</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Phalaris minor</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Poa annua</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Poa secunda</i> ssp. <i>secunda</i> | Nativa | Rara | Moran 1996 |
| | Poaceae | <i>Polypogon monspeliensis</i> | Exótica | | Moran 1996 |



| | | | | |
|---------|--|---------|-----------|-----------------------|
| Poaceae | <i>Schismus barbatus</i> | Exótica | | Rebman et al. 2005 |
| Poaceae | <i>Stipa lepida</i> | Nativa | | Moran 1996 |
| Poaceae | <i>Triticum aestivum</i> | Exótica | Extirpada | Moran 1996 |
| Poaceae | <i>Vulpia bromoides</i> | Exótica | Extirpada | Moran 1996 |
| Poaceae | <i>Vulpia microstachys</i> var. <i>pauciflora</i> | Nativa | Escasa | Moran 1996 |
| Poaceae | <i>Vulpia myuros</i> var. <i>hirsuta</i> | Exótica | | Moran 1996 |
| Poaceae | <i>Vulpia octoflora</i> var. <i>hirtella</i> | Nativa | | Moran 1996 |

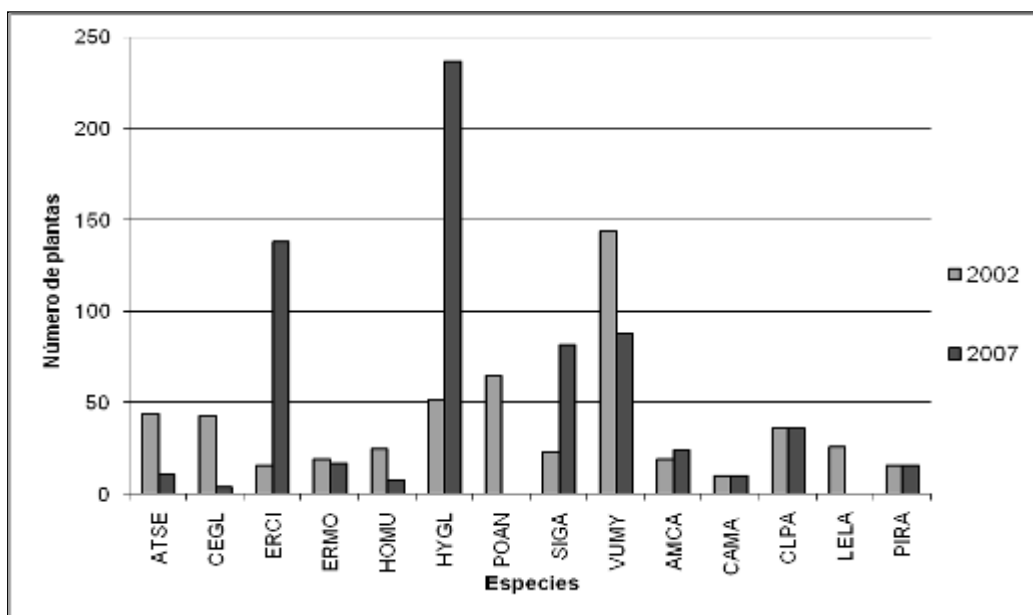


Figura 7. Comparativo de frecuencia de aparición de las 14 especies más representativas de la comunidad.

Siglas: ATSE= *Atriplex semibaccata*; CEGl= *Cerastium glomerulatum*; ERCI= *Erodium cicutarium*; ERMO= *Erodium moschatum*; HOMU= *Hordeum murinum*; HYGL= *Hypochoeris glabra*; POAN= *Poa annua*; SIGA= *Silene gallica*; VUMY= *Vulpia myuros*; AMCA= *Ambrosia camphorata*; CAMA= *Calystegia macrostegia*; CLPA= *Claytonia parviflora*; LELA= *Lepidium lasiocarpum*; PIRA= *Pinus radiata* var. *binata*.



Cuadro 9. Listado de las 14 especies más representativas del estudio.

| Especie | Status |
|-------------------------------|----------|
| <i>Atriplex semibaccata</i> | Exótica |
| <i>Cerastium glomerulatum</i> | Exótica |
| <i>Erodium cicutarium</i> | Exótica |
| <i>Erodium moschatum</i> | Exótica |
| <i>Hordeum murinum</i> | Exótica |
| <i>Hypochoeris glabra</i> | Exótica |
| <i>Poa annua</i> | Exótica |
| <i>Silene gallica</i> | Exótica |
| <i>Vulpia myuros</i> | Exótica |
| <i>Ambrosia camphorata</i> | Nativa |
| <i>Calystegia macrostegia</i> | Nativa |
| <i>Claytonia parviflora</i> | Nativa |
| <i>Lepidium lasiocarpum</i> | Nativa |
| <i>Pinus radiata</i> | Endémica |

12. Estudios poblacionales de especies arbóreas en isla Guadalupe

Ante la degradación que presentaba el bosque de coníferas de la isla Guadalupe, se planteó la necesidad de tomar diversas medidas de acción. En el marco del convenio firmado por la CONABIO y Conservación de Islas, se estructuró un proyecto integral que incorporó cinco grandes líneas de acción, en dos líneas temáticas: la restauración y la conservación. La primera de estas líneas de acción, estudios de línea base, se propuso como objetivo la recopilación y generación de información diagnóstica sobre el estado actual de la isla, y se propuso como producto la confección de un reporte técnico y catalogo fotográfico sobre el estado de conservación del bosque de pino y ciprés en la isla. La segunda línea comprende las actividades concernientes a la erradicación de especies introducidas.

La tercera línea de acción fue la rehabilitación y restauración, que aborda en general la respuesta de la vegetación a las acciones emprendidas en función de la erradicación de las especies introducidas, en específico, el de las plántulas del bosque de ciprés y pino. El producto establecido para la tercera línea de acción fue la elaboración de un reporte técnico, base de datos y catálogo fotográfico sobre el conteo y medición de plántulas. El monitoreo representó la



cuarta línea de acción, en donde se abordan acciones específicas en todos los rubros que contempla el proyecto. En particular, sobre vegetación arbórea se planteó la entrega de un reporte técnico evaluando el porcentaje de reclutamiento de plántulas.

Como parte del primer informe técnico elaborado por Conservación de Islas, se incluyó un estudio de reclutamiento de las poblaciones de pino, ciprés y palma con la técnica de percepción remota. En ese mismo informe (Aguirre-Muñoz et al. 2005) se reportó el inicio del trabajo de campo con la población de pino. En este estudio se realizaron conteos y mediciones de árboles y de reclutas, dentro y fuera de los cercos de exclusión, desarrollando la técnica de marcaje de plántulas (diciembre de 2004).

En el primer informe complementario elaborado por Conservación de Islas y entregado a la CONABIO, se realizó un estudio comparativo de las evaluaciones obtenidas por la técnica de percepción remota y los datos obtenidos en campo. En este estudio comparativo se determinó la cantidad de árboles remanentes para cada uno de los tres rodales que componen el bosque de ciprés. Además se realizó un agrupamiento espacial de los individuos que componen cada uno de los rodales. El resultado de este comparativo dejó ver que, aún cuando existieron diferencias en los datos obtenidos por ambos métodos, estas diferencias no fueron significativas. Esto demuestra que la percepción remota puede ser una herramienta valiosa en las acciones de restauración y conservación de la isla.

Para el segundo informe, en materia de vegetación arbórea, se reportaron estudios poblacionales del pino de Guadalupe (*Pinus radiata* var. *binata*) y del encino insular (*Quercus tomentella*), además de estudios poblacionales de las plántulas del pino de Guadalupe.

12.2 Estudios demográficos de Pino de Guadalupe (*Pinus radiata* var. *binata*) y Encino insular (*Quercus tomentella*)

12.2.1 Introducción

Los estudios poblacionales del pino de Guadalupe y del encino insular se realizaron utilizando únicamente técnicas de campo. Las evaluaciones realizadas en campo incluyeron la estimación de la altura del árbol, el diámetro a la altura del pecho (DAP), análisis cualitativo del vigor y el grado de sanidad, así como la estimación de nuevos reclutas. Estas evaluaciones se realizaron en un polígono que comprende 12.5 ha y en donde se contabilizaron 118 adultos y 3,543 reclutas del pino de Guadalupe, y 35 adultos y cuatro reclutas del encino insular. Estos estudios reportaron las graves condiciones en que se encontraban las poblaciones adultas de estas dos especies. Estas condiciones las hacen altamente vulnerables a cualquier eventualidad y reclaman medidas de prevención y planes de respuesta a contingencias.



Los estudios de la dinámica de las plántulas del pino de Guadalupe, presentados en el segundo informe técnico, constituyen la continuación de las acciones emprendidas en diciembre de 2004 con el marcaje de las plántulas. Esta actividad fue reportada en su etapa inicial como parte del primer informe técnico, con mediciones en primavera y verano de 2005. Las actividades en campo incluyeron el conteo y medición de la altura, cobertura foliar y el registro de la sobrevivencia de 1,839 plántulas. Esta evaluación se realizó dentro de dos cercos de exclusión (zonas) que fueron divididos en nueve cuadrantes (subzonas). Los resultados evidenciaron una mortandad promedio del 7.4% en la población de reclutas, siendo esta mayor en los individuos más alejados al árbol parental. Esto se explica debido a la mayor exposición a la radiación solar y a los vientos a la cual están sujetas las plántulas más distantes por la disminución en la cobertura que proporcionan los árboles adultos.

El pino de Guadalupe, endémico de la isla, ha estado sujeto a presiones naturales así como a influencias antropogénicas, las cuales han producido una pérdida significativa de hábitat. Debido a estas circunstancias la población enfrenta una situación crítica y su distribución es limitada. En este reporte se presenta el estudio llevado a cabo como parte de la línea base de la condición actual del bosque, con la finalidad de generar información que permita la restauración y conservación de la población.

12.2.2. Métodos

El área de estudio comprende dos cercos de exclusión (zonas) instalados con la finalidad de impedir el acceso a las cabras. El primer y segundo cerco comprenden un área de 0.08 y 1.25 ha, y contienen uno y nueve árboles adultos respectivamente. Dentro de cada cerco se crearon subzonas (cuadrantes) que facilitaron el marcaje y seguimiento de cada individuo. A cada uno de estos cuadrantes se les asignó una clave relacionada con el árbol parental más cercano (desde A hasta la I). El marcaje de cada plántula se realizó con una etiqueta de aluminio con una clave individualizada. De cada plántula marcada se registró la altura, cobertura foliar y se midió la mortandad de estas. Para cada árbol adulto se tomaron datos de orientación, exposición al viento y pendiente. El estudio inició en diciembre de 2004 con el marcaje de 1,817 plántulas, y su primera medición fue en febrero de 2005. Los monitoreos han continuado hasta la fecha de forma estacional, y la más reciente evaluación fue en agosto de 2010. Para el estudio de la dinámica poblacional de las plántulas se siguió el criterio propuesto por Harcombe (1987).

Con la información obtenida se elaboraron las tablas de vida de supervivencia para una cohorte, como herramienta general para la interpretación de los parámetros que explican la dinámica poblacional (Pianka 1982). Las tablas de vida son el método de análisis más utilizado en los estudios de mortalidad y sobrevivencia. Este modelo esquemático sigue una cohorte de individuos sin



incorporaciones y es la base conceptual para la estimación de las tablas de vida del momento. Este método se compone de una serie de columnas, cada una de las cuales muestra un aspecto específico de la supervivencia de una población dada (l_x , q_x , dx ..). Cada fila representa la edad x [$x, x+n$], para los que se calculan los anteriores aspectos de la mortalidad. Una columna de este modelo, representa la esperanza o expectativa de vida a una edad concreta.

$$l_x = n_x / n_0$$

$$dx = n_{x+1} - n_x$$

$$q_x = dx / n_x$$

$$L_x = (n_x + n_{x+1}) / 2$$

$$e_x = T_x / n_x$$

En donde:

n_x : número de individuos vivos de edad x

l_x : Proporción de sobrevivientes con respecto al inicial

dx : Número de muertes por intervalo

q_x : tasa de mortalidad por intervalo

L_x : estructura de edades

e_x : expectativa de vida de un individuo de edad x

Para realizar el análisis de la dinámica poblacional, el primer paso fue determinar el tipo de prueba estadística a utilizar, ya sea paramétrica o no paramétrica. En este sentido se procedió a probar la normalidad de las muestras de alturas de las plántulas registradas en febrero del 2005 y las plántulas observadas en el mes de julio del 2007. La prueba que se utilizó para probar la normalidad, fue la técnica gráfica quantil-quantil (Q-Q). Como primer paso, se ordenaron las observaciones de un conjunto de datos $Q(p)$. Posteriormente, se obtuvo el valor p correspondiente de cada valor de la muestra analizada (Jobson 1992):

$$p = \frac{i - 0.5}{n}$$

Donde i , es la posición que ocupó la observación, y n es el número de datos dentro de la muestra. A partir de los valores p , se obtuvo el valor teórico $Q^*(p)$, mediante una transformación Z . Después, se compararon los cuantiles observados $Q(p)$ con los cuantiles teóricos, $Q^*(p)$. Si la distribución de la



muestra observada es aproximadamente normal, la grafica Q-Q tendrá una tendencia lineal. Para probar que los datos observados presentaban un comportamiento normal, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (ρ) entre $Q(p)$ y $Q^*(p)$ (Daniel 2000):

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

La prueba de hipótesis consistió en comparar ρ con el valor crítico del coeficiente de correlación ($\rho_{0.1(2), n}$) consultado en tablas (Zar, 1999). Las hipótesis a probar fueron:

$H_0 = \rho = 0$ (distribución no normal)

$H_A = \rho \neq 0$ (distribución normal)

Debido a que la mayor parte de las muestras no mostraron una distribución normal, se procedió a utilizar pruebas estadísticas no paramétricas.

Para poder establecer diferencias estadísticamente significativas en relación a las alturas de las plántulas registradas en febrero del 2005 en relación a las plántulas observadas en el mes de julio del 2007, se realizó la prueba estadística de Mann Whitney (Zar 1999).

Las n_1, n_2, \dots, n_k observaciones de los k grupos se combinaron en una sola serie de tamaño n y se clasificaron en orden ascendente. Posteriormente, las observaciones se sustituyeron por rangos desde uno, que fue asignado a la observación menor, hasta n , que se le estableció a la observación mayor. Cuando dos o más observaciones tuvieron el mismo valor, a cada una de ellas se le dio la media de los rangos en los cuales se encontraba empatadas. Los rangos que se asignaron a las observaciones en cada uno de los k grupos se sumaron por separado para dar k sumas de rangos. Los algoritmos matemáticos de Mann Whitney son:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U' = n_2 n_1 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$



Donde n_1 y n_2 son el número de observaciones en las muestras uno y dos, respectivamente, R_1 es la suma de los rangos de las observaciones en la muestra uno y R_2 es la suma de los rangos de las observaciones de la muestra dos.

Para determinar que un grupo es mayor a otro, debe probarse una hipótesis nula de una cola. Por ello, debe calcularse sólo una prueba estadística, U o U' , dependiendo de la hipótesis a probar. Cuando se calcula U la hipótesis nula establece que grupo 1 \geq grupo 2 e hipótesis alterna que grupo 1 $<$ grupo 2. En caso de U' , la hipótesis nula argumenta que grupo 1 \leq grupo 2 e hipótesis alterna que grupo 1 $>$ grupo 2. Dentro de este análisis, se calculó U ya que se probó que el tamaño de los pinos de febrero del 2005 fueron menores a los de julio del 2007.

El valor de U se comparó con el valor crítico $U_{0.1(1) n_1, n_2}$ (Zar 1999). Para muestras mayores a 40 observaciones se calculó:

$$Z_c = \frac{U - \mu_u - 0.5}{\sigma_u}$$

Donde μ_u es el promedio y σ_u es el error estándar. Después el valor de Z_c , se comparó con el valor crítico $Z_{0.05(1)}$, o su equivalente, $t_{0.05(1), \infty}$.

Para relacionar la altura de los pinos del mes de julio del 2007 con la distancia al árbol parental se utilizó la correlación de Spearman (Zar 1999). Esta prueba consiste en ordenar los datos y remplazarlos por su respectivo orden, es decir, al valor más grande dentro de la variable "X", se le asignó el valor de n , mientras que al más pequeño se le designó la cifra uno, de esta forma se obtuvo r_{xi} . El mismo procedimiento se aplicó para la variable "Y", para tener r_{yi} . Posteriormente, se estimó la diferencia d_i de cada par de r_{xi} y r_{yi} :

$$d_i = r_{xi} - r_{yi}$$

Después los valores d_i se elevaron al cuadrado y se sumaron ($\sum d_i^2$). Finalmente se realizó la correlación r_s aplicando la siguiente ecuación:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n^3 - n}$$



El valor de r_s , se comparó con el valor crítico del coeficiente de correlación de Spearman ($r_{s\ 0.1\ (2),\ n}$) consultado en tablas (Zar 1999). Como los datos fueron mayores a 100 ($n=1,678$) se utilizó una aproximación de la distribución t de student (Zar 1999):

$$t = \frac{r_s}{\sqrt{\frac{1-r_s^2}{n-2}}}$$

El valor de t , se comparó con el valor crítico correspondiente ($t_{0.05\ (2),\ n}$). Las pruebas de hipótesis fueron:

$H_0 = r_s = 0$ (no asociación entre variables)

$H_A = r_s \neq 0$ (asociación entre variables)

12.2.3. Resultados y discusión

En los parámetros obtenidos por tablas de vida (Cuadro 10) encontramos que la tasa de sobrevivencia disminuye gradualmente con el paso de tiempo, hasta alcanzar un valor de 0.875 para julio de 2007. Como ha sido ampliamente reportado, las primeras etapas son críticas en la probabilidad de supervivencia de las plántulas (Baker 1950). Esto es especialmente evidente en el primer año. La mortandad más significativa se alcanzó en el último monitoreo (agosto de 2008) con la mortandad de cerca de 100 plántulas en un año.



Cuadro 10. Tabla de vida de supervivencia para una cohorte del pino de Guadalupe (*Pinus radiata* var. *binata*).

| Edad (x) | Mes | No. Indiv. nx | Tasa de supervivencia lx | Indiv. Muertos dx | Tasa de mortalidad Qx | Estructura de edades Lx | Esperanza de vida ex |
|----------|--------|---------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | Feb-05 | 1839 | 1.000 | 0.011 | 0.011 | 0.995 | 7.076 |
| 2 | May-05 | 1819 | 0.989 | 0.032 | 0.032 | 0.973 | 6.148 |
| 3 | Oct-05 | 1761 | 0.958 | 0.014 | 0.015 | 0.951 | 5.334 |
| 4 | Feb-06 | 1735 | 0.943 | 0.002 | 0.002 | 0.942 | 4.407 |
| 5 | May-06 | 1731 | 0.941 | 0.004 | 0.005 | 0.939 | 3.416 |
| 6 | Nov-06 | 1723 | 0.937 | 0.004 | 0.005 | 0.935 | 2.429 |
| 7 | Jul-07 | 1715 | 0.933 | 0.058 | 0.062 | 0.904 | 1.438 |
| 8 | Ago-08 | 1609 | 0.875 | 0.875 | 1.000 | 0.437 | 0.500 |

En la Figura 8 se describe el comportamiento de la tasa de supervivencia (lx) de acuerdo a la proporción de sobrevivientes con respecto al número de individuos de la población inicial. Mientras que en la Figura 9 se muestra la tasa de mortalidad.

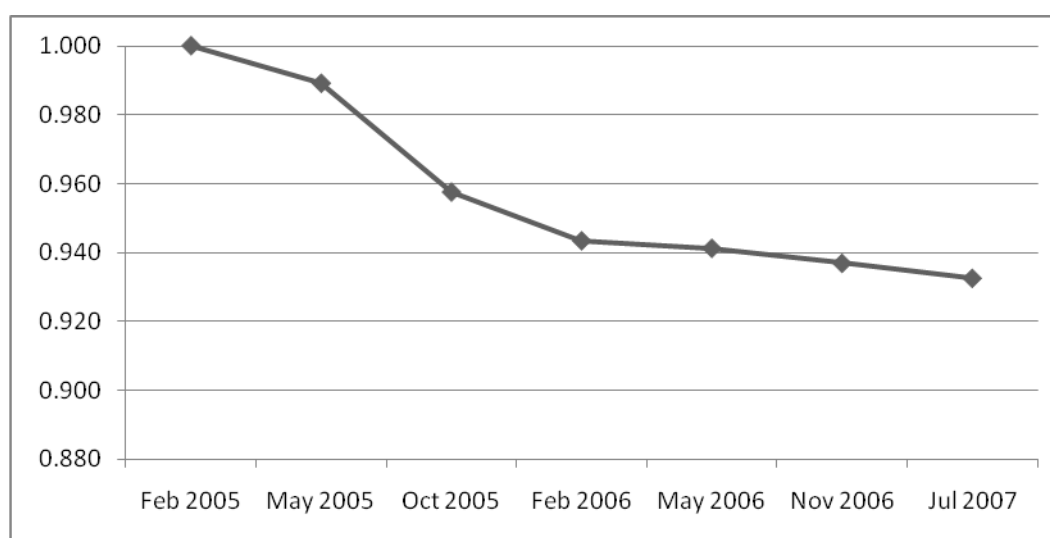


Figura 8. Comportamiento de la tasa de supervivencia (lx) para los distintos periodos de medición durante 2005 – 2007 del pino de Guadalupe.

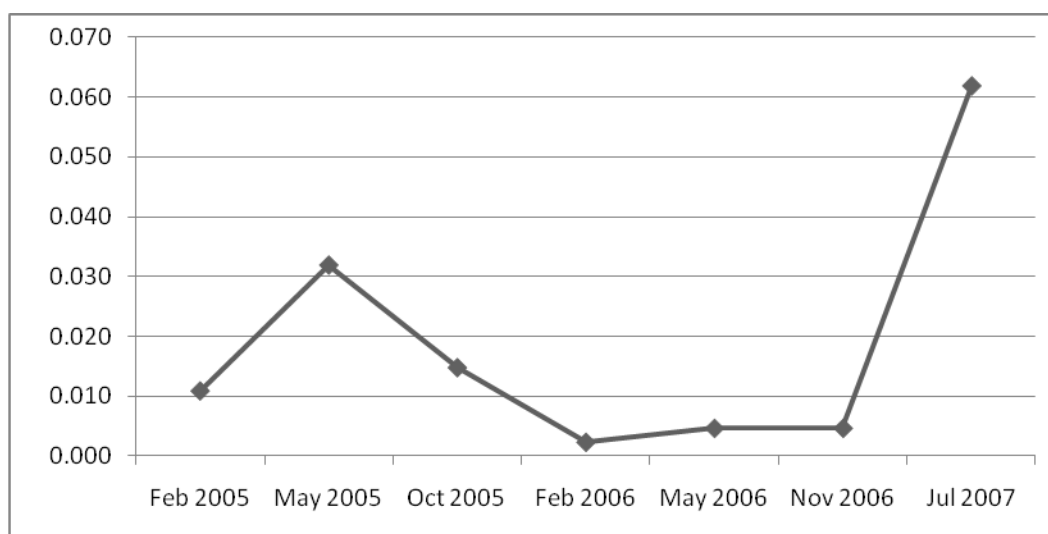


Figura 9. Comportamiento de la tasa de mortalidad (qx) para los distintos periodos de medición durante 2005 - 2007 del pino de Guadalupe.

La mortalidad de julio de 2007 para agosto de 2008 fue considerablemente mayor en relación a las anteriores mediciones. No obstante, para el tercer año de mediciones, una tasa de mortalidad de 0.062 es muy baja, de acuerdo a la referencia de la literatura (Baker 1950). Es probable que la alta tasa de mortalidad registrada para agosto de 2008 se deba a condiciones poco favorables durante el inicio de 2008 que provocaron la muerte de plántulas. Esto fue una combinación de tormentas invernales (humedad para las raíces) y vientos predominantes del Este, que son excepcionales para la isla, sobre todo para la zona norte. Por otro lado, los resultados de la prueba de Mann Whitney mostraron que los renuevos de agosto de 2008 presentaron un incremento significativo en talla con respecto a la medición anterior (julio 2007).

Cabe destacar que los resultados anteriores pertenecen sólo a una cohorte de individuos, es decir, es una progresión vertical. Para conocer el verdadero estado de la población deberá tomarse en cuenta los números de nuevos reclutas, y modelar una progresión horizontal.

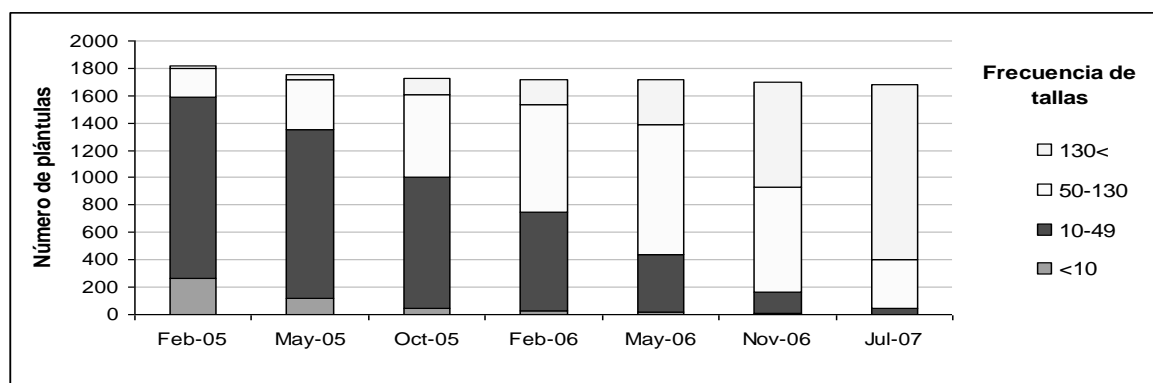


Figura 10. Frecuencia de tallas del pino de Guadalupe a través del tiempo (febrero 2005 a julio de 2007).

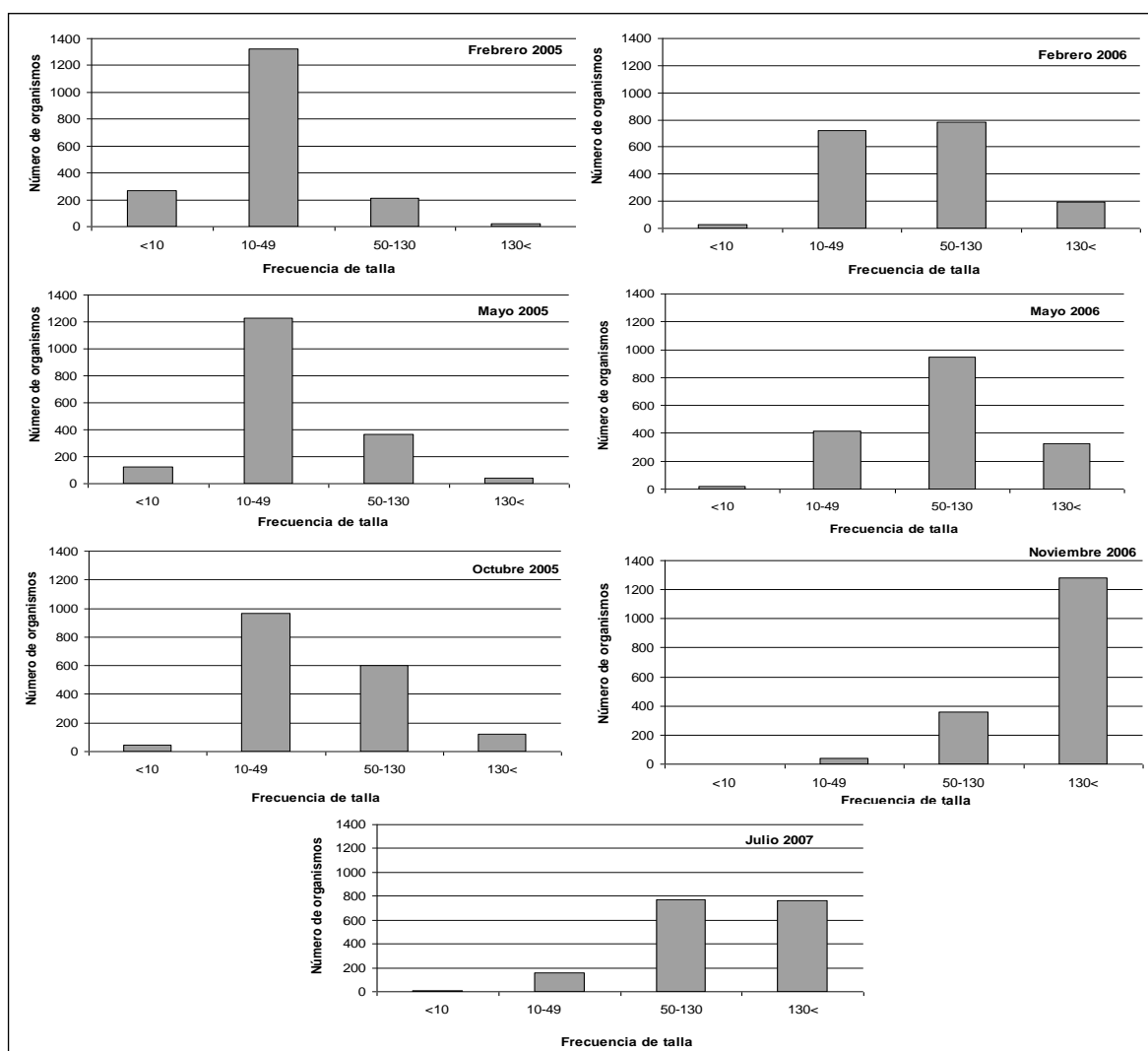


Figura 11. Frecuencia de tallas del pino de Guadalupe *Pinus radiata* var. *binata* a través del tiempo (febrero 2005 a julio de 2007).



La prueba de Mann-Whitney (Zar 1999) realizada para evidenciar las diferencias estadísticas entre la altura de las plántulas con respecto al tiempo (febrero de 2005 a julio de 2007) demostró que existe una diferencia significativa entre los dos periodos evaluados:

| Meses contrastados | U cal | Zc | Z _{0.05 (1)} |
|----------------------------------|---------|--------|-----------------------|
| Febrero 2005 vs Julio 2007 | 3007800 | 100.73 | 1.96 |

Se rechaza hipótesis nula. Por lo tanto, la altura de las plántulas alcanzadas en febrero de 2005 es estadísticamente menor que la observada para julio de 2007. Los cambios en la misma cohorte de plántulas que son evidentes en campo, han sido demostrados con las pruebas estadísticas de confianza.

En el análisis para determinar la interacción entre la distancia de ubicación de la plántula con respecto al árbol parental mediante la prueba de correlación de Spearman (Zar 1999) se obtuvo un valor de $r_s = 0.31$, y con una t crítica de 13.61. Por lo que existen evidencias estadísticamente significativas a un intervalo de confianza del 95%, que existe una asociación entre las variables. Siendo para este caso positiva, significando esto que entre mayor sea la distancia entre la plántula y el árbol parental, la plántula presenta mayor crecimiento.

Este resultado no sólo describe un patrón de condiciones óptimas de crecimiento de las plántulas, sino también revela el grado de interacción entre árboles adultos y las plántulas. Este resultado contribuye en la planeación de acciones de restauración activas del bosque de coníferas, ayudando a determinar los sitios de mayor probabilidad de éxito de sobrevivencia de las plántulas.

12.3 Estudio de dinámica poblacional del Ciprés de Guadalupe (*Cupressus guadalupensis guadalupensis*): Marcaje de plántulas y germinación.

12.3.3. Introducción

El ciprés de Guadalupe (*Cupressus guadalupensis guadalupensis*), es un árbol de zonas cálidas o templadas, de crecimiento rápido, que puede alcanzar los 20 m de altura con un diámetro aproximado de unos 60 cm. Es una conífera de hojas perennes, de la familia de las Cupresáceas y pertenece al grupo de las gimnospermas. Este árbol alcanza en promedio de 12 a 15 m de altura, con diámetro normal de 0.60 a 1.20 m. Tiene ramas ascendentes, copa



ancha y redondeada; a veces el follaje es denso y en ocasiones es ralo o escaso. De forma piramidal, su crecimiento es rápido en los primeros años de vida, siendo más pausado después y pudiendo alcanzar los 300 años de vida. Posee un tronco recto y de corteza delgada en la que se forman fisuras longitudinales. Las hojas son muy pequeñas (2-6 mm de longitud) con forma de escama, alineadas en parejas opuestas y decusadas. Florece a finales del invierno y en un mismo ejemplar se producen flores masculinas y femeninas; las masculinas forman conos ovales de color verdoso que cuelgan de las puntas de las ramas. Los femeninos son ligeramente esféricos, se componen de alrededor de 12 escamas y al desarrollarse se convierten en una gálbulo globular de 3x4 cm, de color verde al principio tornándose a rojizo y marrón al alcanzar la madurez.

Germinación. Después de una condición de disturbio, el restablecimiento de especies depende de semillas y de otros propágulos vegetales que persisten en el suelo. Para la restauración activa puede sacarse ventaja ya sea de esta regeneración natural o auxiliarla añadiendo propágulos adicionales al sitio que pueden ser semillas o plantas, germinadas en vivero (Chambers 2000). El establecimiento natural se describe normalmente como "en episodios" pero con las técnicas de restauración y la selección de plantas, éstas pueden ser establecidas de semilla, esto en caso de ser necesario (Besnier Romero 1988).

Marcaje de plántulas. Una vez que las semillas se establecen en campo, puede llevarse a cabo el marcaje de estas nuevas plántulas para evaluar la sobrevivencia en el mediano plazo. Como parte de este proyecto hemos llevado a cabo esta medición en pinos. La idea es conocer la historia de vida del ciprés de tal forma que podamos llevar a cabo decisiones informadas en materia de restauración que posiblemente involucre reforestación.

12.3.2. Métodos

Germinación. Con el propósito de conocer un poco sobre la biología de la especie, y en particular los medios para su propagación, se llevó a cabo el estudio de germinación de semillas *in situ*. Primero se realizó una selección de las semillas a utilizar, que deben provenir de individuos sanos, con buena producción de frutos, y preferentemente de fuste recto sin ramificaciones a baja altura. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características parentales.

Los conos se depositaron en sacos, cuidando de mantenerlos a la sombra y debidamente etiquetados. Se pusieron a secar con el fin de disminuir su contenido de agua y concluir con la maduración, lo que propiciará la apertura de los conos. El método de secado fue al aire libre.

La siembra se realizó en cuatro charolas (A-D), las cuales fueron divididas en 6 secciones y cada sección en 6 divisiones. En cada división se depositaron 10 semillas, por lo que en total se sembraron 1440 semillas (Figura 30). La



siembra se llevó a cabo en tierra estéril para evitar la presencia de otras semillas. El sustrato utilizado provino del mismo bosque de ciprés. Se procuró que las condiciones de germinación fueran similares a aquellas que se dan de forma natural en el medio.



Figura 12. Conos de *Cupressus guadalupensis guadalupensis*.

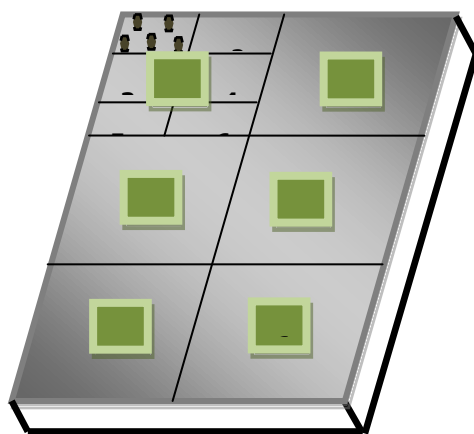


Figura 13. Ejemplo de la siembra de las semillas en charolas.

Marcaje de plántulas. Se llevó a cabo el marcaje de plántulas de 9 árboles distintos, marcados de la A a la I (Figura 14). El marcaje se llevó a cabo alrededor de los árboles parentales, en un radio de 1 a 4 m de distancia del tronco. En cada uno de los árboles, se llevó a cabo el marcaje de todas las plántulas en el rango de 2 a 21 centímetros. Se marcaron 392 plántulas en total (Cuadro 11).

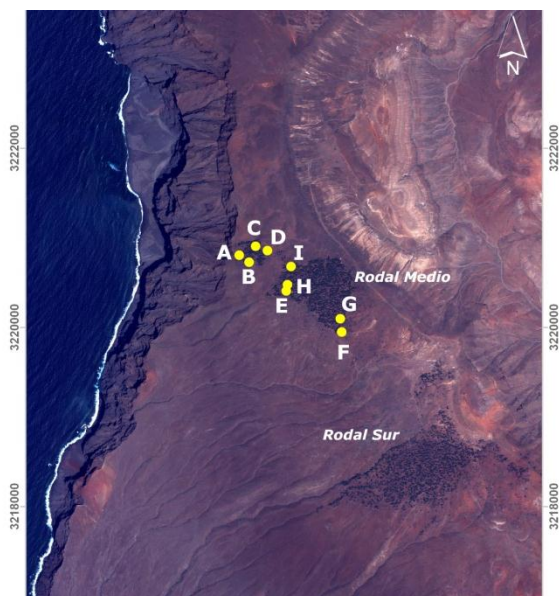


Figura 14. Imagen de la ubicación de cada uno de los árboles donde se llevó a cabo el marcaje de plántulas.

Cuadro 11. Número de plántulas de ciprés marcadas por árbol.

| Árbol | No. De plántulas marcadas |
|-------|---------------------------|
| A | 112 |
| B | 28 |
| C | 31 |
| D | 18 |
| E | 47 |
| F | 12 |
| G | 50 |
| H | 75 |
| I | 19 |

El marcaje de cada plántula se realizó con una etiqueta de aluminio con una clave individualizada. De cada plántula marcada se registró la altura,



cobertura foliar y se estimó la tasa de mortalidad de éstas. Para el estudio de la dinámica poblacional de las plántulas se siguió el criterio propuesto por Harcombe (1987).

12.3.3 Resultados y Discusión

En el experimento de germinación, el porcentaje alcanzado de toda la muestra fue de un 6%. De 1,140 semillas que fueron sembradas, 68 semillas germinaron. Se anexa al presente reporte la base de datos con la información completa (CipresGGpe-CONABIO-Enero2011.xls).

De las 68 semillas que en mayo lograron germinar, para el 15 de junio sólo el 12% sobrevivieron (17 semillas). Aunque cada individuo presentó un crecimiento diferente, con un incremento per capita promedio de 40.52 cm en un lapso de tres meses.

La propagación de *Cupressus guadalupensis guadalupensis* en la isla Guadalupe depende, entre otros factores, del potencial de germinación de las semillas. Sin embargo, la disponibilidad de información sobre los requerimientos para el establecimiento aún no es suficiente. Por ello se requiere continuar generando información de esta especie tanto de los requerimientos para su germinación y sobrevivencia en la etapa crítica, así como la restauración ecológica integral, restableciendo las condiciones ambientales que prevalecieron en un sitio dado, y que, por alguna causa, se vieron afectados negativamente, en este caso, por la presencia de las cabras ferales.

Con relación al marcaje de plántulas, éstas se ubicaban en los sitios que fueron afectados por el incendio de septiembre de 2008. Todas las plántulas sufrieron daños, algunas fueron consumidas en su totalidad. Por esta razón no será posible dar seguimiento a este proyecto. Debido a esta situación es necesario llevar a cabo el marcaje de plántulas nuevamente.

12.4 Avances de las estimaciones de nuevos reclutas de especies nativas arbóreas y no arbóreas

12.4.1 Introducción

La erradicación de cabras ferales que ha tenido lugar en la isla durante el periodo 2004 a 2006 tuvo como fin último la restauración de la isla, en particular de las comunidades vegetales. Parte fundamental del seguimiento de esta actividad fue la estimación de la recuperación de la vegetación, en particular de las especies arbóreas, mismas que estaban en grave peligro de extirpación o extinción.

Durante y una vez finalizada la erradicación de cabras ferales se llevó a cabo la estimación o conteo directo de la cantidad de nuevos reclutas para cada



especie. Aunado a ello en el periodo comprendido en este reporte final también se estimó el número de nuevos reclutas de ciprés de Guadalupe.

12.4.2. Materiales y métodos

Para esta estimación se utilizaron dos métodos: el del censo total de los nuevos reclutas en un área determinada, y, la estimación con base en sitios de muestreo.

Algunas poblaciones fueron lo suficientemente pequeñas para ser completamente contadas o censadas. Por lo que no se requirió analizar de manera estadística los resultados o la precisión de la estimación (Elzinga et al. 2001). Este ha sido el método utilizado hasta la fecha para los renuevos de pino y encino en la isla. Para el ciprés de Guadalupe no se había utilizado este método debido a la gran extensión del área a muestrear, sin embargo en esta ocasión, para el conteo de la cantidad de renuevos en la periferia del bosque se llevó a cabo el censo total. Esto únicamente en la periferia del rodal sur. El área en la cual se llevó a cabo el censo fue de 13.95 ha.

Por otro lado, dando seguimiento al método utilizado anteriormente para el bosque de ciprés, el método dasocrático, reportado a CONABIO en informes anteriores, se llevó a cabo el muestreo de cantidad de renuevos en 1.1 ha del rodal sur. El muestreo se llevó a cabo tanto en la zona quemada como en la no quemada.

Cabe aclarar que tanto el censo como la estimación por el método dasocrático se llevaron a cabo después del incendio, por lo que la información del censo y estimación aun es vigente.

12.4.3. Resultados y discusión

El método de conteo directo dio como resultado 6,376 individuos de ciprés en 13.95 ha. Con esta información se obtiene una densidad de 457 individuos por hectárea. Cabe aclarar que en su mayoría, al igual que lo que sucede dentro del bosque de ciprés, los renuevos o plántulas se encuentran agrupados alrededor de árboles adultos muertos.

Por otro lado, el muestreo con el método dasocrático dio la cantidad de 1,254 cipreses en 1.1 ha. La densidad de individuos por hectárea fue de 1,140. Considerando la extensión solamente del rodal sur de ciprés, se ha estimado la cantidad total de renuevos en aproximadamente 127, 695 individuos.

En el reporte entregado a CONABIO en mayo de 2006 se estimó un total de 41,418 renuevos para todo el bosque, no solamente para el rodal sur. La densidad fue de 260 individuos/hectárea. Esto nos muestra que en tan sólo dos años la cantidad de renuevos ha incrementado tres veces su número. Por otro lado, se han registrado al menos 3 plántulas de aproximadamente 3 – 4



años de edad, con conos. Es decir, las nuevas plántulas se encuentran haciendo sus primeros ensayos de producción de semillas. Estas son excelentes noticias para la recuperación natural del bosque de ciprés. Cabe aclarar que esta recuperación ha sido homeostática, únicamente con la remoción de la presión por depredación. Los mismos resultados se evidencian para otras especies arbóreas y herbáceas como el pino, encino y la palma.

12.5 Avances relativos a la descripción de las comunidades vegetales

12.5.1 Introducción

Desde el primer cuarto del siglo pasado, un grupo de botánicos desarrolló la idea de que una asociación está constituida por una unidad de vegetación. El más prominente de ellos fue J. Braun-Blanquet. El método consiste en hacer descripciones detalladas de comunidades vegetales que en apariencia se ajustaban a un patrón general. Cada una de las descripciones se hacía en forma de una lista de especies. El método de Braun-Blanquet es un método visual de estimación de la cobertura de vegetación dentro de un cuadrante. Este método es popular debido a la facilidad y velocidad con que los datos son colectados, además de que la estimación de cobertura es más efectiva en el registro y localización de especies raras o escasas, cosa que se dificulta con los métodos de puntos o transecto en línea (Elzinga *et al.* 2001).

12.5.2 Métodos

Para establecer las comunidades vegetales en la isla se utilizó el método de Braun Blanquet. Se seleccionaron los sitios de muestreo, de acuerdo al conocimiento de las especies vegetales de la isla. Una vez que se seleccionó el área de muestreo se registró cada una de las especies de plantas perennes en el sitio. Para medir la importancia de cada una de las especies se determinó la abundancia (número de plantas por unidad de área). En el método de Braun Blanquet se considera tanto la extensión cubierta como la abundancia, lo cual se representa mediante un índice arbitrario pero perfectamente definido. Cada una de las especies se integra en categorías o índices de cobertura, que es un valor entre el 1 y el 5 (Cuadro 12). De manera adicional en cada cuadrante se evalúan los parámetros de exposición, pendiente, tipo de sustrato y tipo de vegetación. Esta información se detalla en la base de datos anexa (VegComGpe-CONABIO-Dic08.xls).



Cuadro 12. Índices de cobertura y abundancia de acuerdo al método de Braun Blanquet (1939).

| Valor | Concepto |
|-------|---|
| 5 | Cubre más de las $\frac{3}{4}$ partes del área muestreada |
| 4 | Cubre $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ del área muestreada |
| 3 | Cubre $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ del área muestreada |
| 2 | Cuando un número cualquiera de individuos cubre $\frac{1}{20}$ a $\frac{1}{4}$ del área muestreada, o bien, un número muy grande de individuos cubre menos del $\frac{1}{20}$ de dicha área |
| 1 | Numeroso, cuando un grupo numeroso de individuos cubre menos del $\frac{1}{20}$ del área muestreada, o bien, cuando un grupo escaso de individuos cubre un área mayor. |
| + | Esparcido, cuando un grupo escaso de individuos cubre sólo una pequeña parte del área muestreada |
| r | Raro, cuando un grupo de individuos en cantidad mínima cubre solo una pequeñísima parte del área muestreada. |

12.5.3 Resultados y discusión

Los resultados a la fecha son preliminares, por lo que se deberá continuar con el análisis de las asociaciones. Cabe mencionar que en la mayoría de los sitios de muestreo se está llevando a cabo la sucesión de manera muy dinámica, por lo que la información actual estará sujeta a cambios constantes en los siguientes años. Algunos de los sitios se encontraban en las zonas que fueron alcanzadas por el incendio suscitado en septiembre de 2008. En estos sitios el disturbio se suma con el provocado por las cabras ferales y por lo tanto será mucho más dinámico. Las comunidades vegetales son mucho más estables en la parte sur de la isla donde históricamente la presión por herbivoría de las cabras ha sido menor. La base de datos se incluye (VegComGpe-CONABIO-Enero2011.xls).

Para el análisis de las principales asociaciones o agrupaciones de plantas, se consideraron únicamente las especies perennes. Hubo una alta representatividad de especies nativas sobre aquellas exóticas. Doce de las especies registradas fueron nativas y solamente tres exóticas.

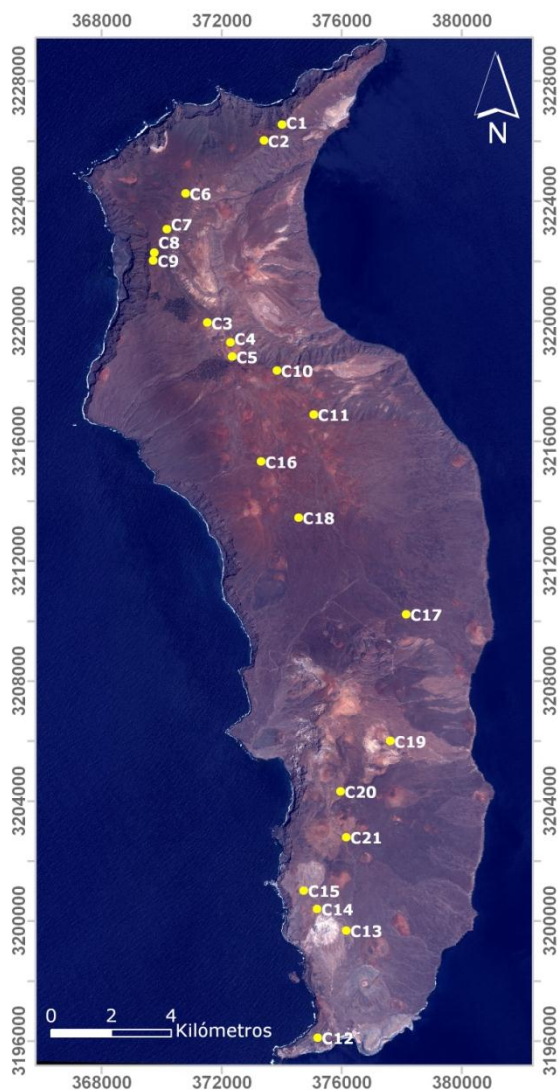


Figura 15. Ubicación de cada uno de los sitios de muestreo de comunidades vegetales en la isla Guadalupe.

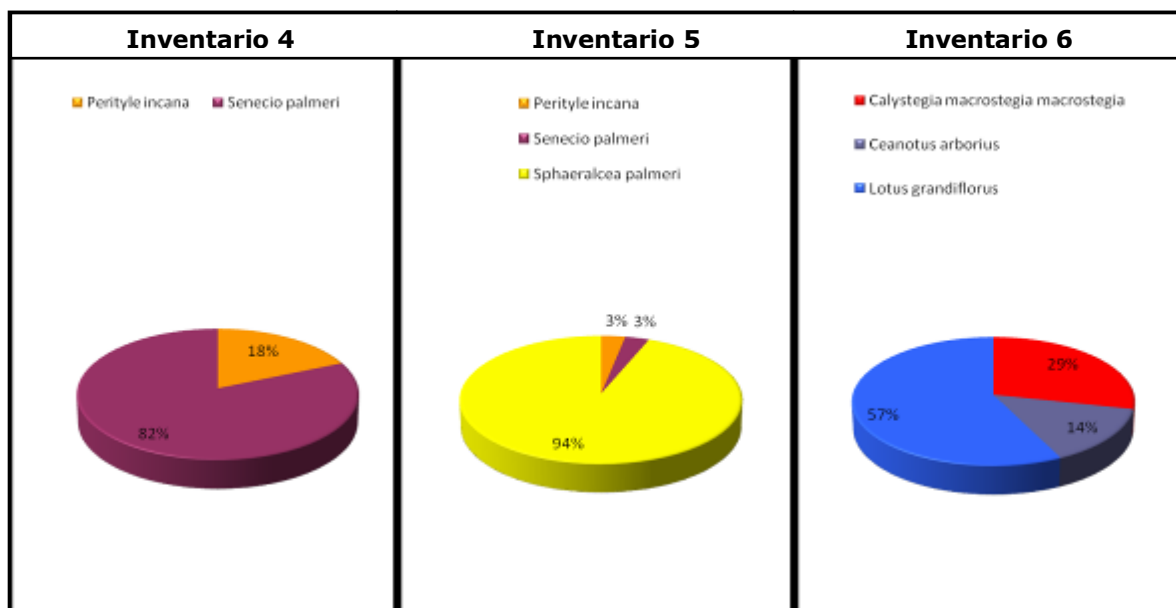
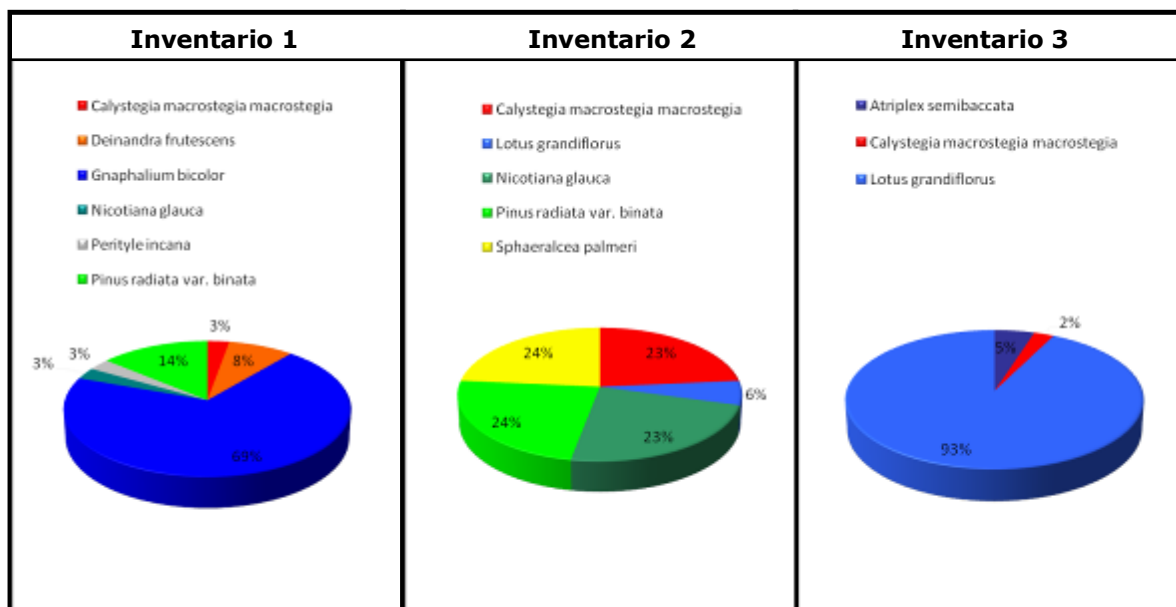




Figura 16. Continuación...

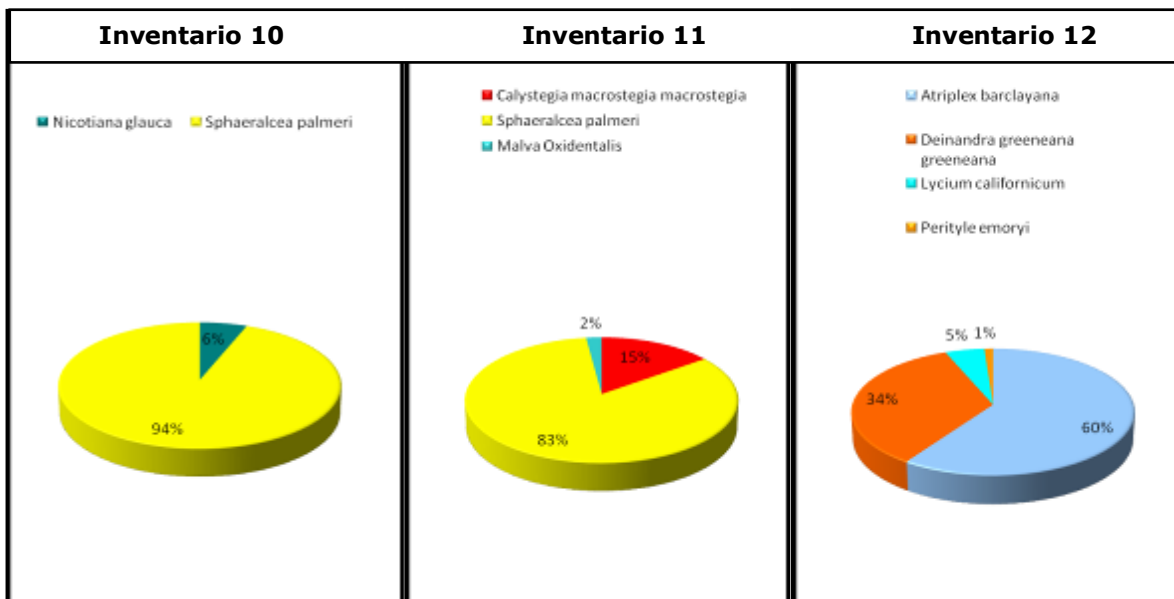


Figura 16. Continuación...

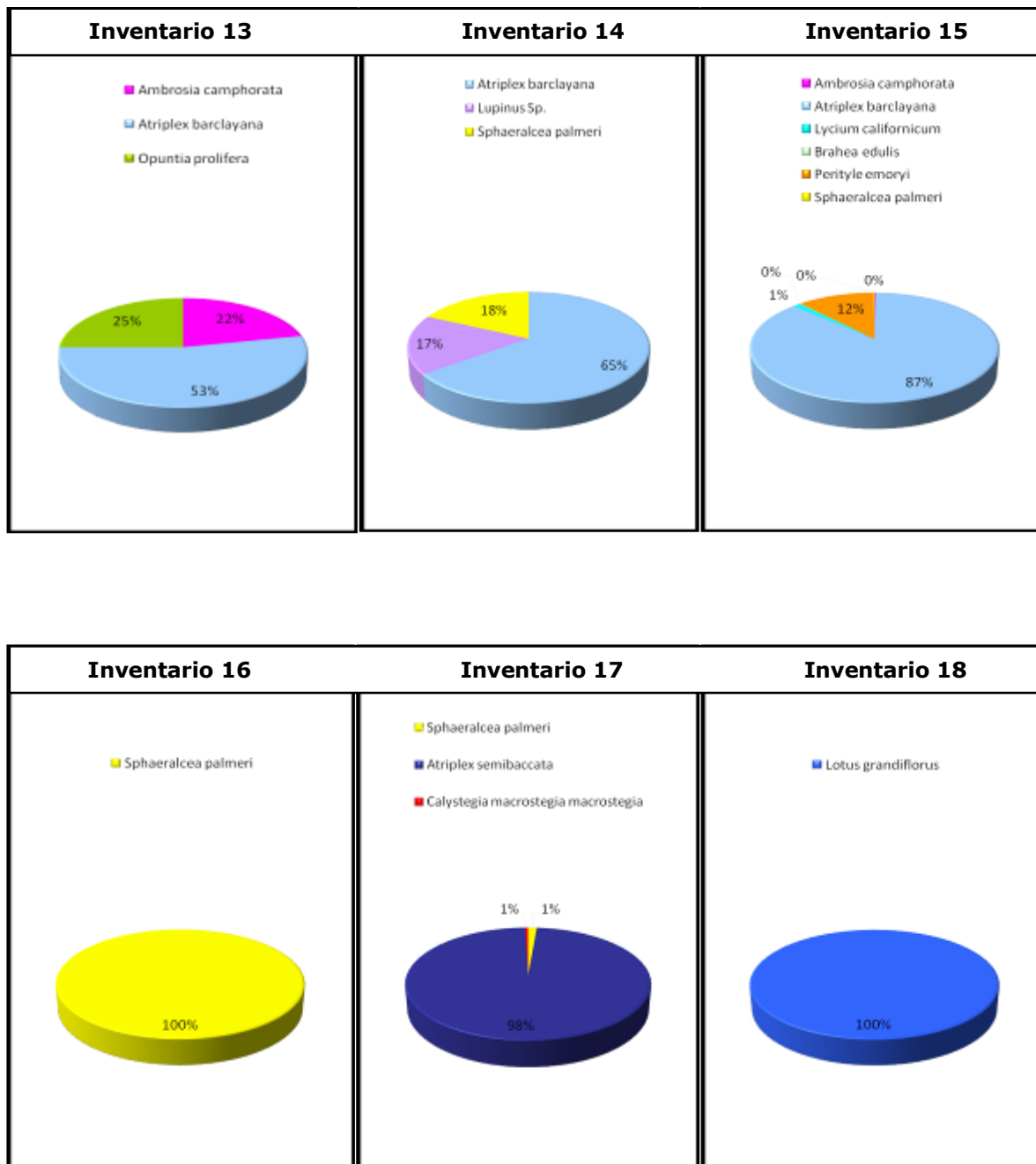


Figura 16. Continuación...

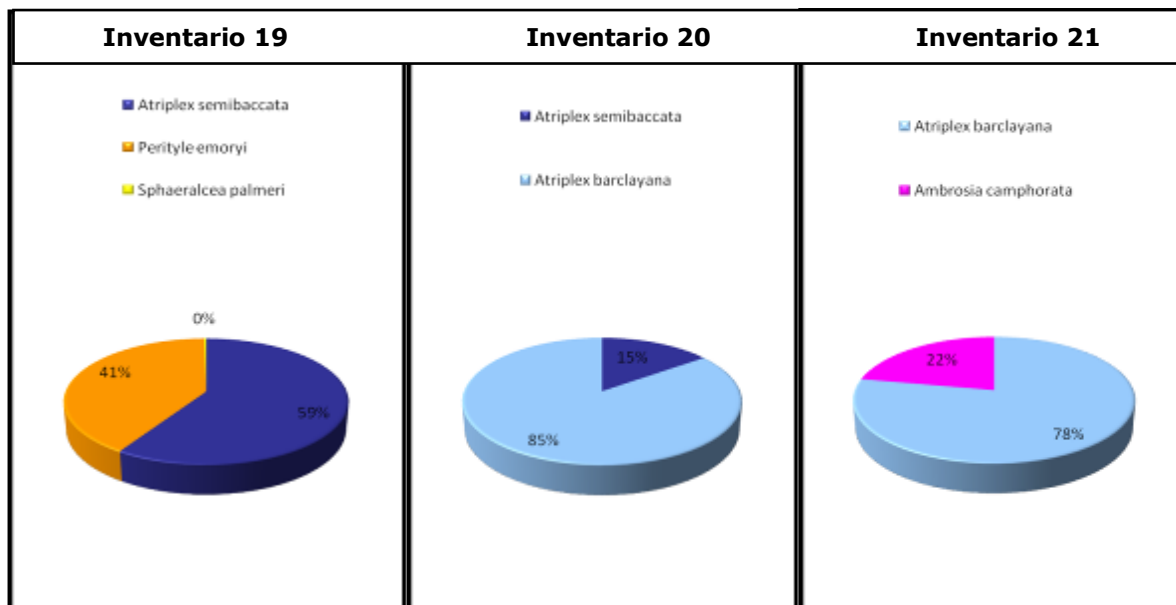


Figura 16. Continuación...

13. Estudio de recuperación del suelo

Los productos comprometidos en el Convenio contraído por CONABIO y Conservación de Islas señalan la entrega de un reporte técnico sobre la cuantificación de las características físicas del suelo, así como un reporte técnico, base de datos y mapa de distribución y calidad de los tipos de suelo en la isla. Estos estudios son parte del apartado tres que aborda el "Monitoreo de la vegetación durante y posterior a la erradicación de cabras, monitoreo de la recuperación del suelo y de las variables climatológicas", en la línea temática de Restauración.

Las propuestas de manejo de erosión en la microcuenca del bosque de ciprés son parte del estudio "Propuesta de Manejo de Erosión Hídrica para la Restauración del Bosque de Ciprés de Isla Guadalupe" realizado por Ramos Franco (2007) bajo la idea y apoyo de Conservación de Islas. Este estudio forma parte de una tesis de postgrado que fue validada ante un comité de expertos (Ramos-Franco 2007), y los resultados representan un instrumento valioso para toma de decisiones.

El estudio presenta una caracterización amplia de la microcuenca en términos del tipo y la forma de la cuenca, pendientes, rodales y de las alteraciones físicas visibles en el bosque de ciprés. Esta investigación incluyó un diagnóstico y zonificación de los niveles de degradación de la microcuenca, la estimación de los escurrimientos superficiales y las tasas de erosión. Además del monitoreo de la dinámica de las cárcavas, se determinó el escurrimiento



hídrico y se incorporó un plan de manejo de erosión en la microcuenca (Ramos-Franco 2007).

Las acciones propuestas en el plan de manejo de erosión en la microcuenca del bosque de ciprés, son parte de la estructura del estudio y se desarrollaron con base a los resultados obtenidos. La implementación de este plan de manejo de erosión no se encuentra incluido dentro del compromiso inicialmente establecido en el convenio entre CONABIO y Conservación de Islas.

Reconociendo la importancia que significa la ejecución de estas medidas, este informe incluye la propuesta para la incorporación de un proyecto que avance en los objetivos de la restauración de la microcuenca del bosque de ciprés (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). La ejecución de estas acciones permitirá garantizar la permanencia del suelo y sus funciones, mediante acciones que mantengan las pérdidas de suelo por debajo del umbral, y que permitan, a la velocidad de formación del suelo, compensar las pérdidas por la erosión (Ramos-Franco 2007).

En el Anexo , se incluye el trabajo realizado en campo para determinar los escurrimientos superficiales y diagnosticar el grado de deterioro del sustrato producido por la erosión. En este trabajo se incluyen los métodos utilizados para evaluar las estrategias de recuperación del suelo. Adicionalmente, se detalla que en agosto de 2007 se realizó un segundo muestreo que caracterizó propiedades de materia orgánica y humedad relativa en el área del bosque de pino.

13.1 Acciones y monitoreo de la recuperación de suelo

En septiembre de 2008 ocurrió un incendio en isla Guadalupe en el bosque de ciprés. Conservación de Islas colaboró de manera intensa en el combate al incendio así como en las acciones de liquidación. El incendio agravó la condición ya de por sí alarmante de la erosión de suelo en la isla. Por ello, los adelantos en materia de suelos por parte de Conservación de Islas durante este periodo han consistido en el manejo del material combustible del bosque de ciprés y recuperación de suelo. Las labores se han centrado, sobre todo, en los rodales más afectados, como el parche medio y norte.

Para la remoción de material combustible se contó con el apoyo de personal de la CONANP, en particular, de personal de la Reserva de la Biósfera Sierra La Laguna. En materia de restauración de suelos se utilizaron distintas metodologías para su retención. El material utilizado para este propósito fue aquel producto del manejo de combustibles. El material fue colocado en franjas paralelas a diferentes alturas sobre el terreno de manera perpendicular a la pendiente formando barreras físicas que retienen el sedimento propiciando la formación de terrazas multiniveles (Figura 17).



Figura 17. Material combustible del bosque de ciprés utilizado para formar terrazas con el fin de retener sedimento. Estas actividades permitirán contrarrestar los procesos erosivos naturales.

El área en la cual se realizaron las labores de restauración de suelo fue de 3.845 hectáreas. Esto se llevó a cabo en el rodal central (Figura 18).

La técnica de captura de sedimento a través de trampas multinivel se realizó con la formación de terrazas, elaboradas con troncos y ramas de árboles caídos y muertos. De esta manera también se avanza en las labores de remoción del material combustible presente en el bosque de ciprés. Estas acciones forman parte del inicio de monitoreos del estado del suelo. En estos monitoreos se cuantificará: cantidad de sedimento retenido, velocidad de retención o captura de sedimento y tasa de depositación de sedimento. Paralelamente se realizará el monitoreo de erosión en aéreas en las que no se realizaron labores de retención, que consistirá en: cantidad de sedimento erosionado, velocidad de erosión o pérdida de sedimento y tasa de erosión de sedimento.



Figura 18. El área en color verde muestra la zona donde se llevaron a cabo las medidas de recuperación de suelo.

14. Estudio climatológico

14.1 Introducción

El clima es la síntesis de los elementos geográficos, fisiográficos y meteorológicos de un sitio particular. Los climas varían de un lugar a otro y para la isla Guadalupe no son una excepción, siendo esto cierto aún a nivel local, presentándose diversos microclimas. El conocimiento local del clima es una herramienta elemental para la toma de decisiones en cuanto a las acciones de restauración activa en el sitio.

Para la toma de decisiones en materia de restauración ambiental en la isla Guadalupe, es importante contar con información confiable y robusta de las condiciones climatológicas del sitio. La importancia de las características climáticas radica en que, junto con otros factores como suelo, pendiente y altitud, entre otros, determinan el establecimiento de diferentes especies tanto animales como vegetales y éstas a su vez en la formación de comunidades. Contar con información climatológica de la isla representa una oportunidad inmejorable, que además de establecer una serie de tiempo confiable que permita reconocer patrones climáticos de distintas escalas, permitirá establecer relaciones entre las variables climatológicas y la respuesta del ecosistema a las acciones de restauración.

Debido a esto, Conservación de Islas promovió un convenio de colaboración (Anexo) con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Mediante este convenio, el IIO autoriza la reubicación de la estación meteorológica que se ubicaba en la



zona sur de la isla ($28^{\circ}53.02' N$ y $118^{\circ}17.52' W$), a 9 m sobre el nivel medio del mar, y que ha operado de forma continua desde marzo de 2000 (Castro et al. 2005). La nueva ubicación de la estación es en la parte norte de la isla, en la zona del bosque de coníferas (ver Anexo). El instrumento mencionado es una estación autónoma Aanderaa Instruments AWS 2700 que almacena información meteorológica de diferentes sensores en una memoria de estado sólido con un intervalo de muestreo de 60 minutos instalada en una antena de 3.5 m de altura. Los sensores que actualmente están instalados obtienen datos de velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica y radiación solar neta.

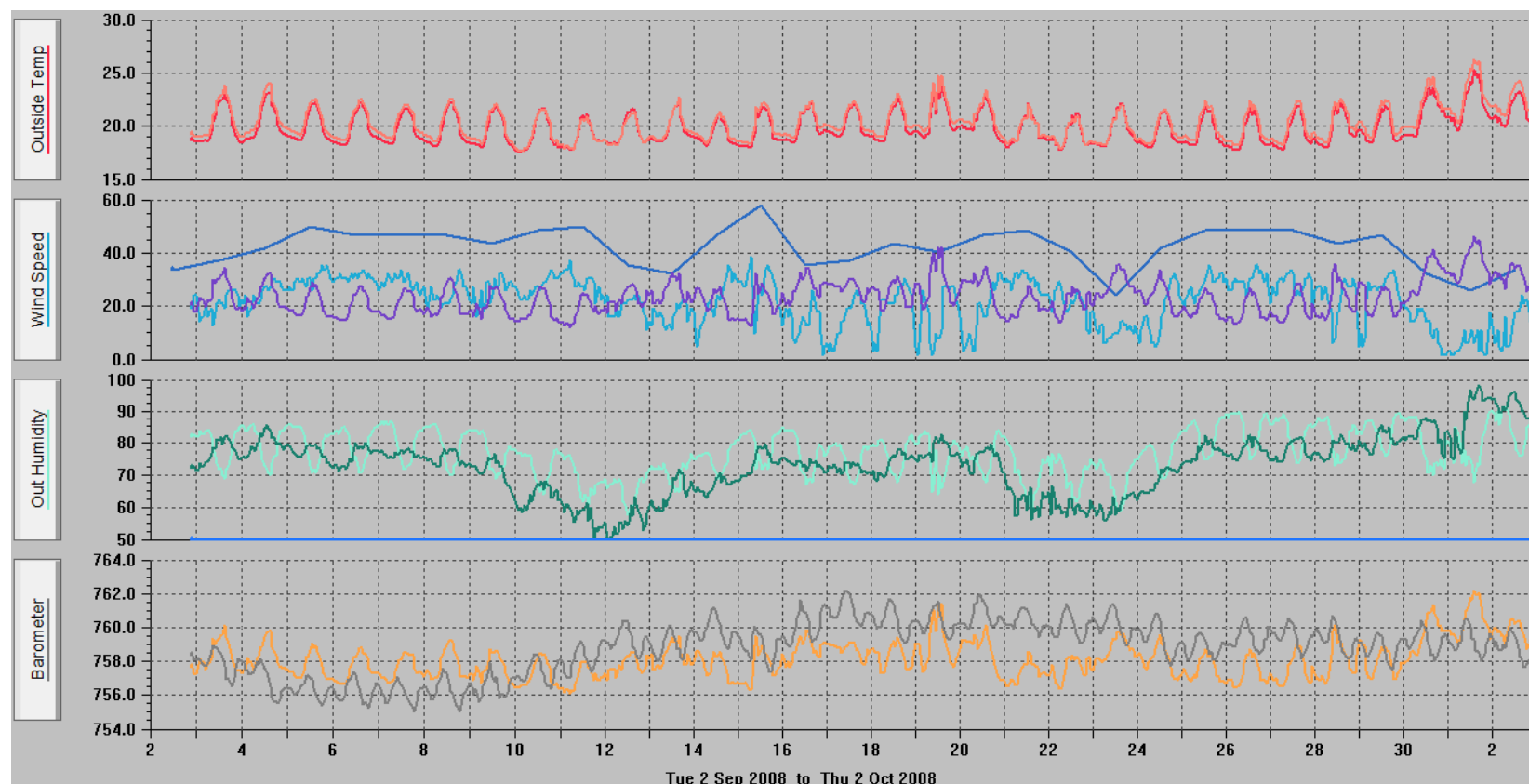
14.2 Métodos

Durante agosto de 2007 se colocaron tres estaciones meteorológicas en tres zonas de la isla: sur, medio y norte. Las estaciones Davis Vantage Pro ® cuentan con sensores para medir precipitación pluvial; anemómetro que registra la velocidad y dirección del viento; sensor para temperatura y sensor para humedad ambiental. Las estaciones cuentan con una memoria que registra información por aproximadamente 3 meses, llevando a cabo registros cada hora. La información se presenta en forma de base de datos y gráficos.

14.3 Resultados y discusión

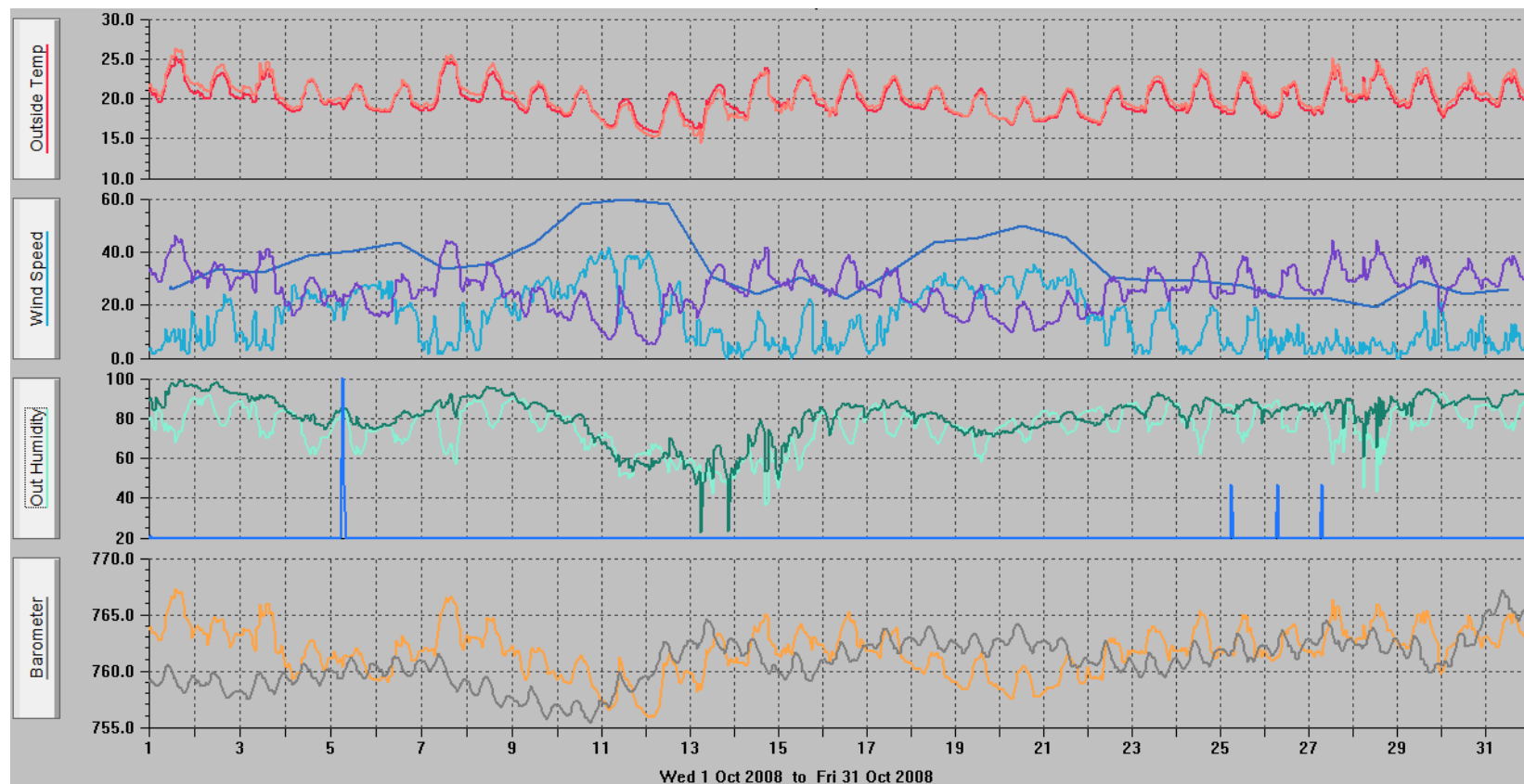
En el presente reporte se muestran los resultados durante septiembre-diciembre de 2008 de las estaciones de Punta Sur y Pista (Figura 19 a Figura 26). En punta Sur los registros mostraron la temperatura entre $14-26^{\circ}C$, la velocidad del viento de 0-45 km/h la, siendo la máxima de 60 Km/h, y la humedad relativa entre 30 y 90%. En la Pista la temperatura entre $8-32^{\circ}C$, la velocidad del viento entre 0-40 Km/h, siendo la máxima de 55 Km/h, y la humedad relativa entre 5 y 95%. Esta información nos permitirá ir elaborando el modelo climatológico para las distintas zonas de la isla.

Esta información será factor clave para la planeación de las acciones de restauración ecológica, sobre todo aquellas relacionadas con vegetación. Se incluye base de datos (ClimaGpe-CONABIO-Dic08.xls).



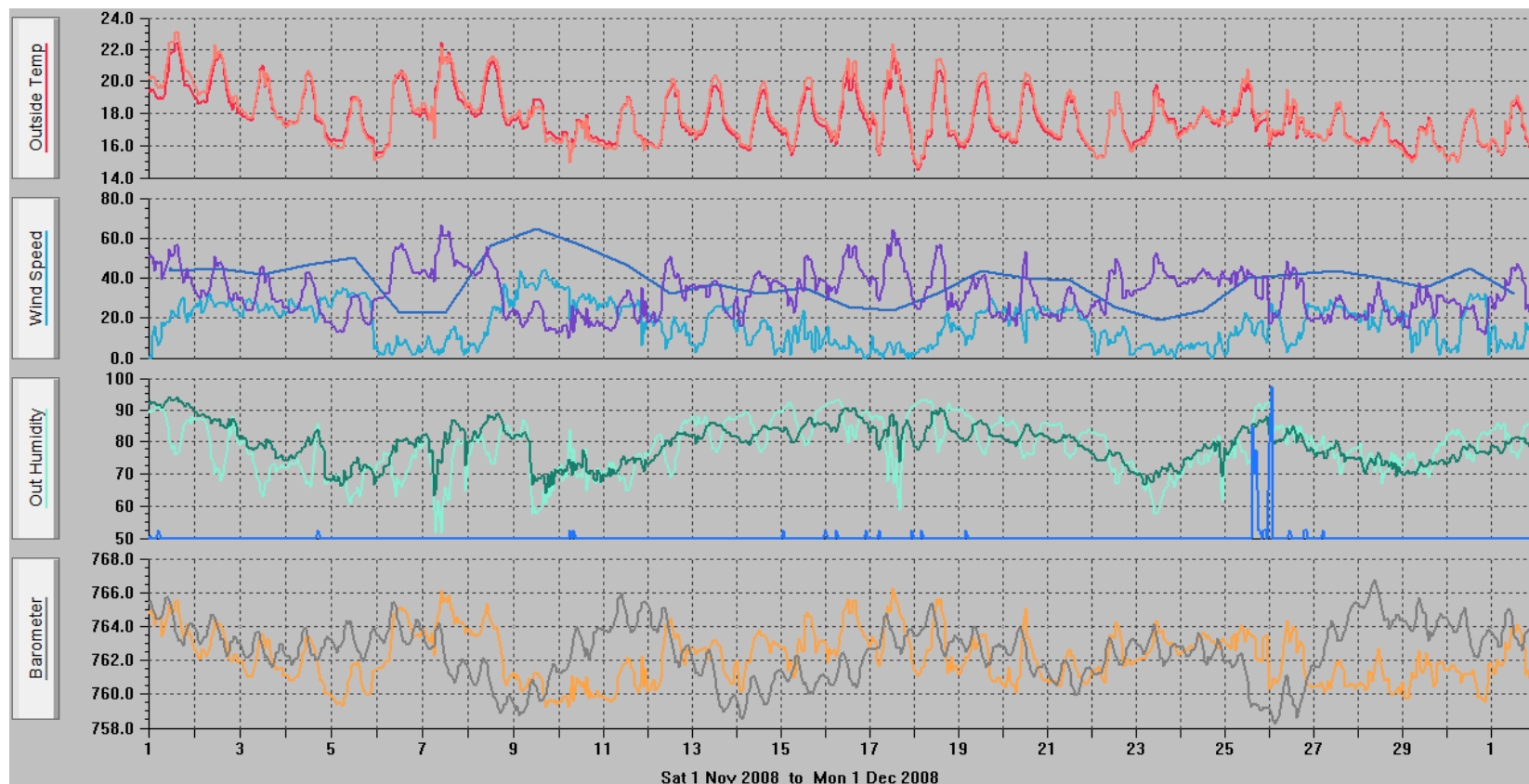
| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 19. Variables Atmosféricas en la "Estación Sur Isla Guadalupe" (Septiembre 2008).



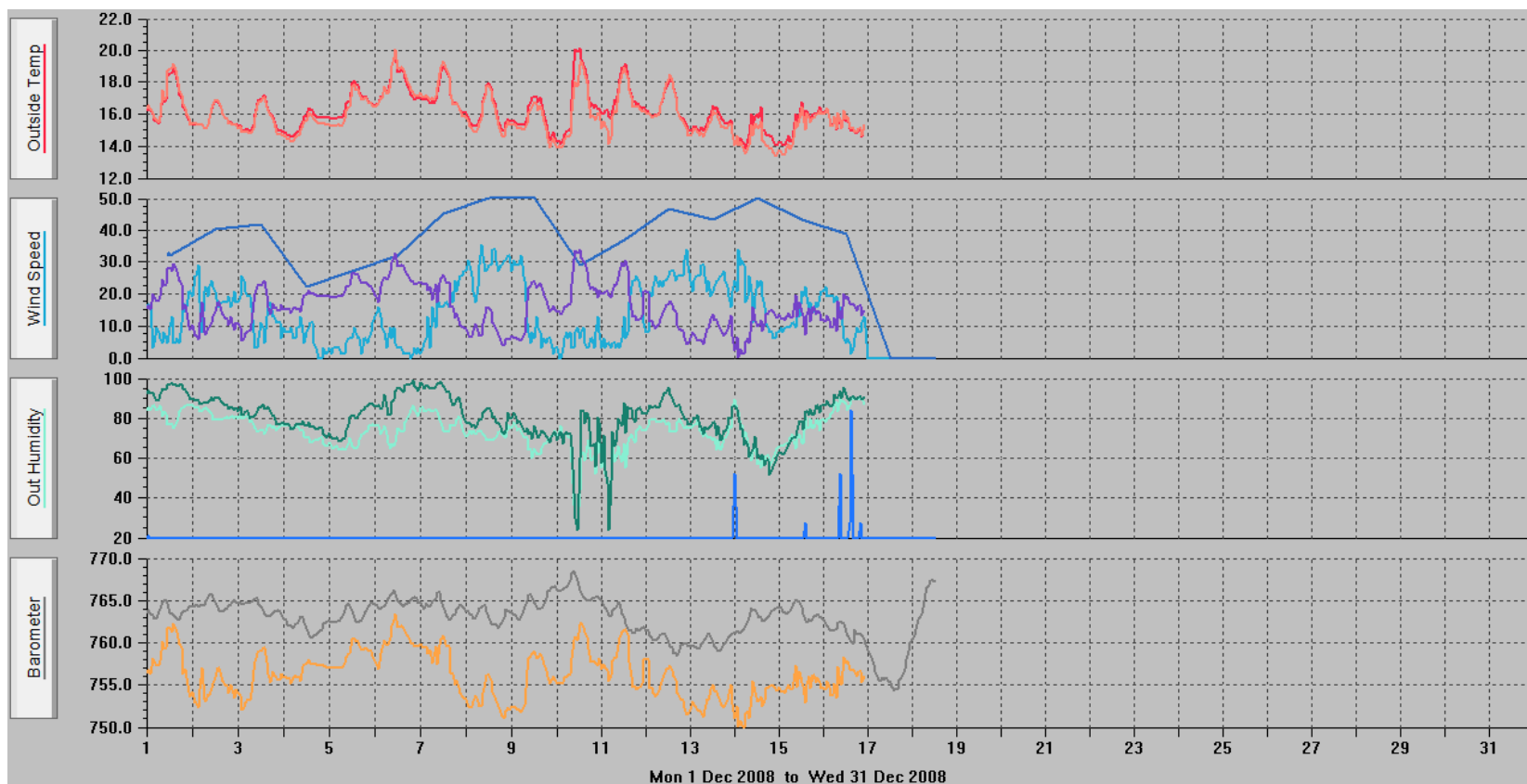
| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 20. Variables Atmosféricas en la "Estación Sur Isla Guadalupe" (Octubre 2008).



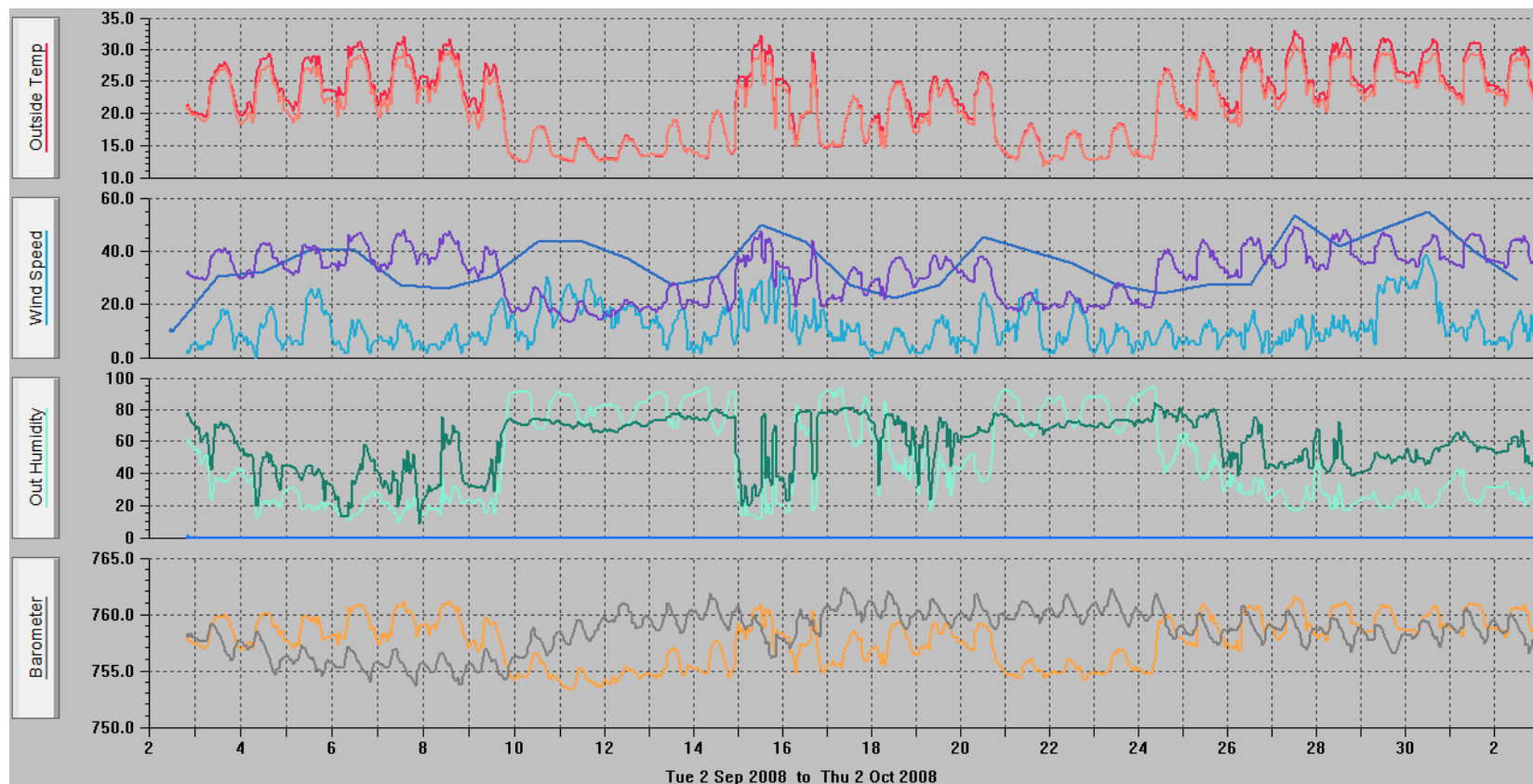
| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 21. Variables Atmosféricas en la "Estación Sur Isla Guadalupe" (Noviembre 2008).



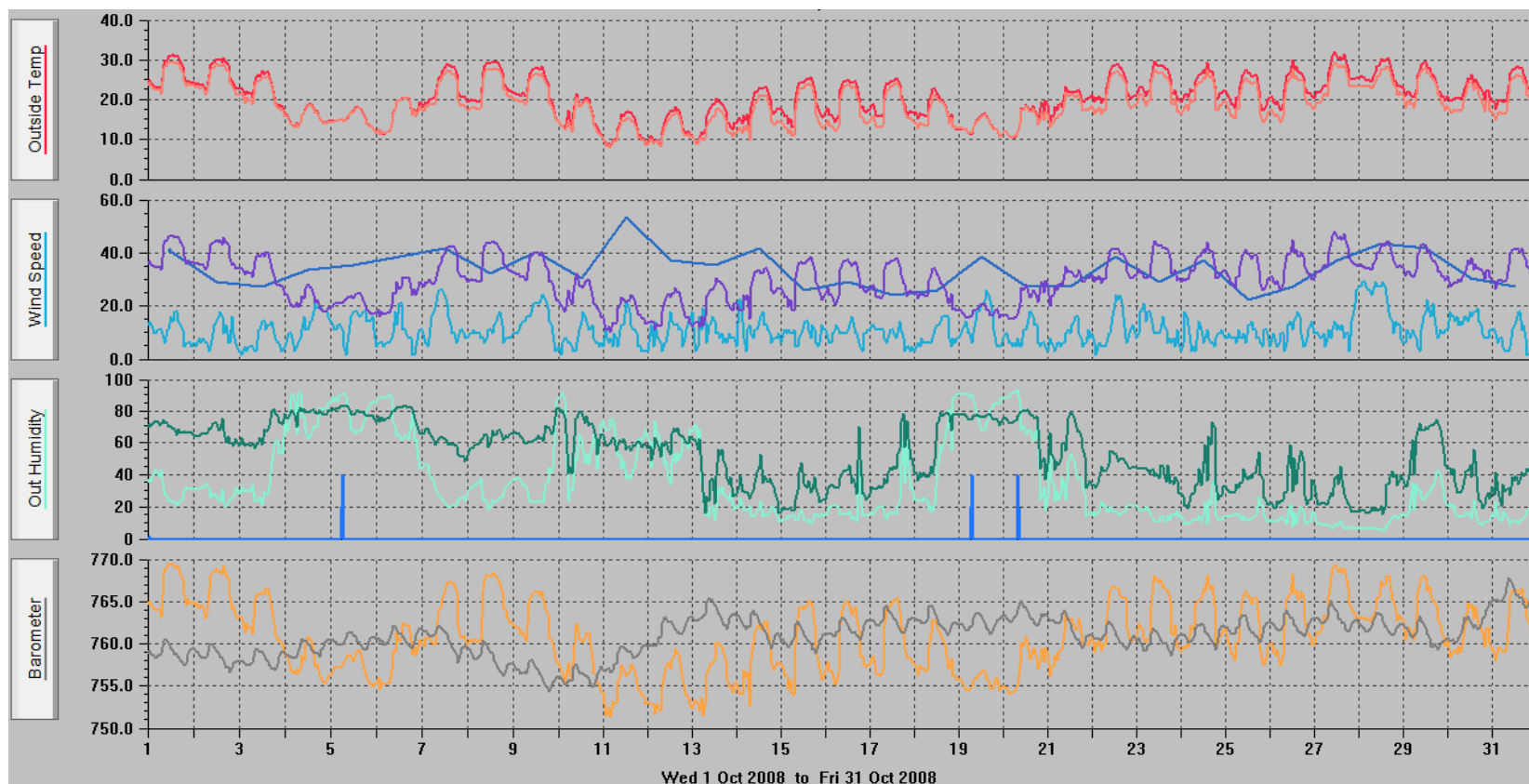
| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 22. Variables Atmosféricas en la "Estación Sur Isla Guadalupe" (Diciembre 2008).



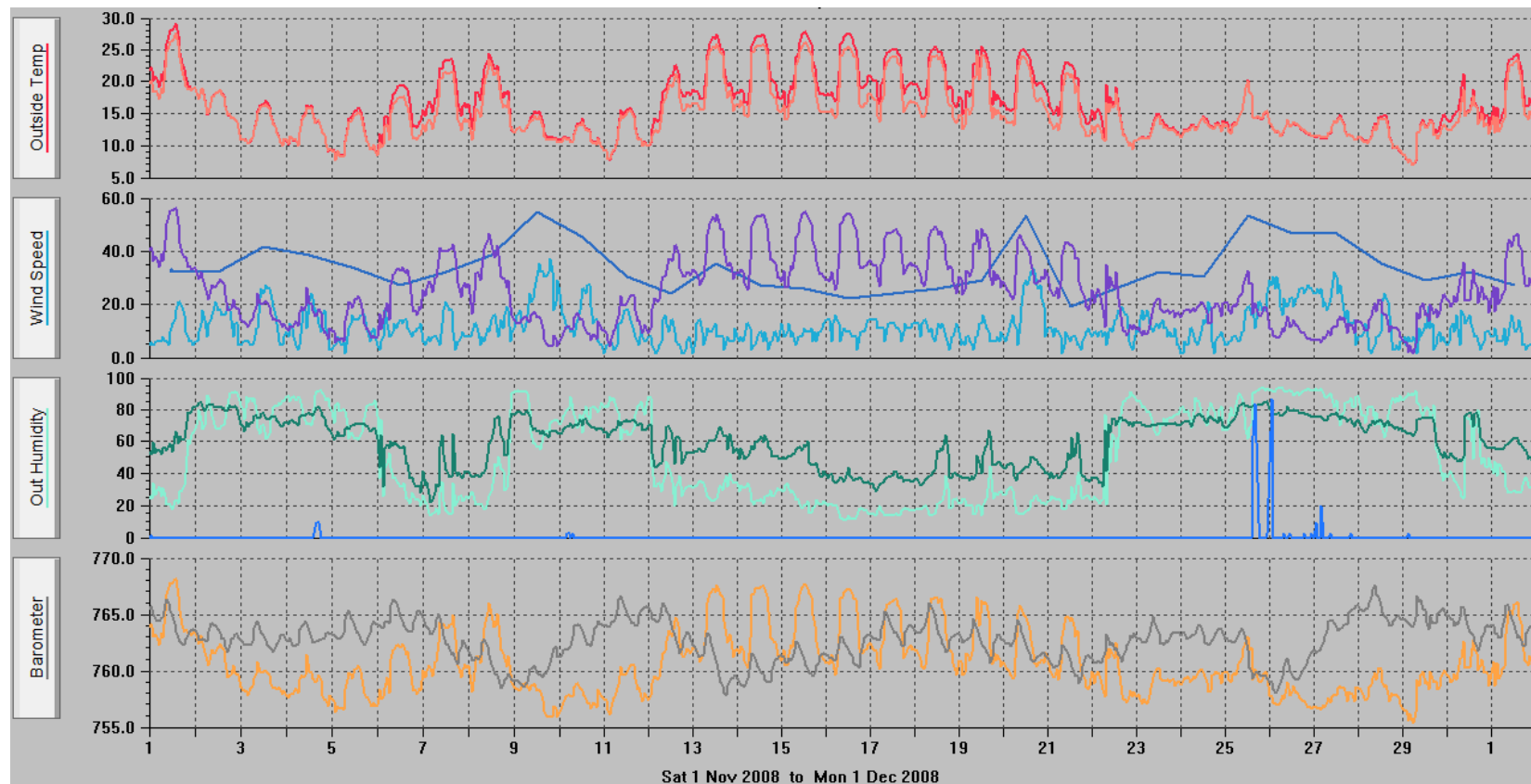
| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 23. Variables Atmosféricas en la "Estación Pista Isla Guadalupe" (Septiembre 2008).



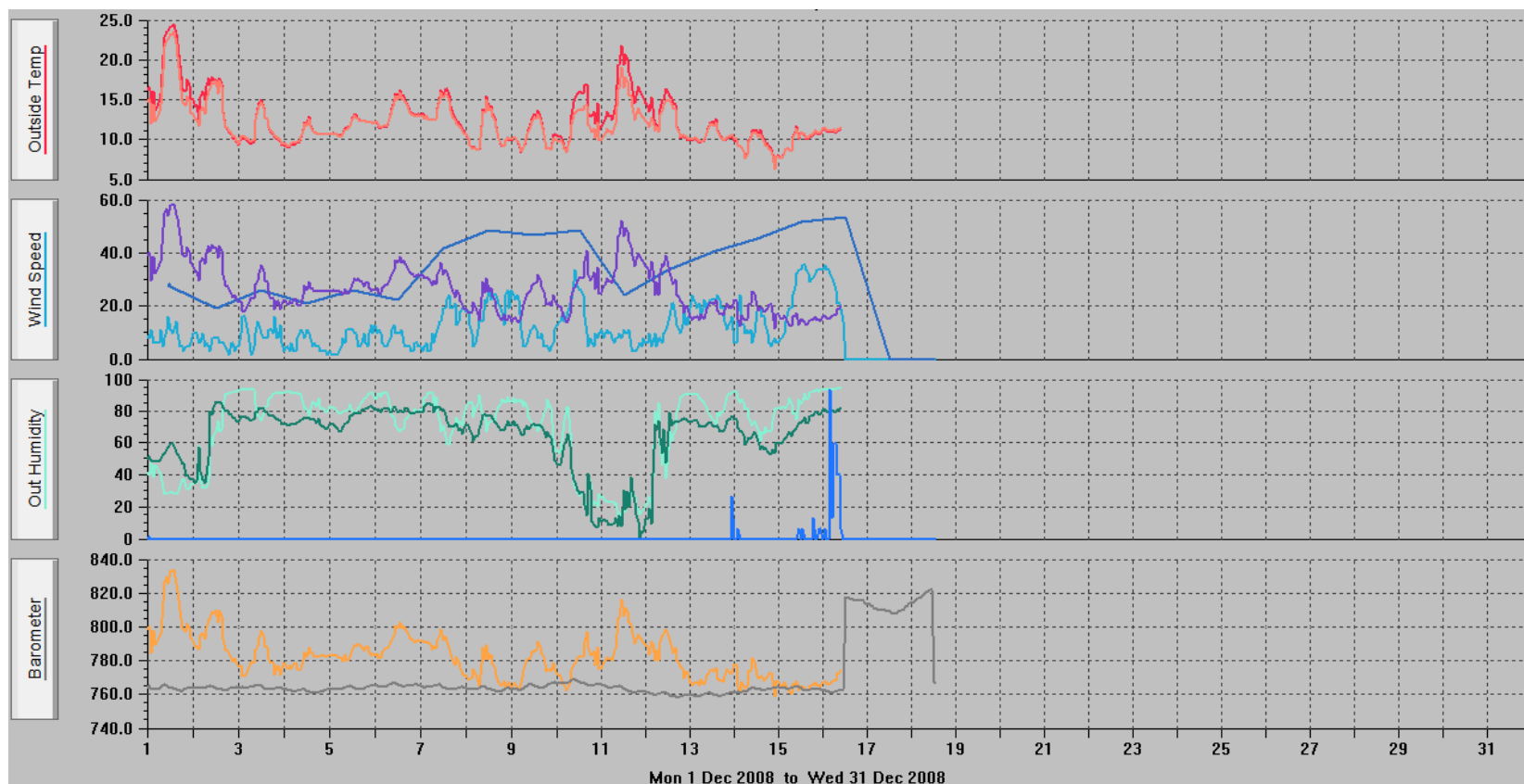
| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 24. Variables Atmosféricas en la "Estación Pista Isla Guadalupe" (Octubre 2008).



| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 25. Variables Atmosféricas en la "Estación Pista Isla Guadalupe" (Noviembre 2008).



| | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Temperatura (°C) | | Velocidad del viento (Km/h) | | Humedad relativa (%) | | Barómetro (mm) | |
| Índice de calor | | Máxima velocidad del viento | | Punto de rocío | | Índice temperatura, humedad, viento | |
| | | Factor de congelación | | Lluvia | | | |

Figura 26. Variables Atmosféricas en la "Estación Pista Isla Guadalupe" (Diciembre 2008).



15. Estudios sociales y educación ambiental

15.1. Fortalecimiento comunitario vinculado a la conservación en la isla Guadalupe

15.1.1. Introducción

La educación ambiental es un elemento clave para la prevención y transformación de las actividades de carácter antropogénico que actualmente impactan el ambiente. Por este medio se pretende lograr una formación ética en los individuos, buscando la adquisición de valores y actitudes de respeto de los diversos componentes y procesos. La educación ambiental promueve la participación y responsabilidad de las personas respecto al ambiente, el trabajo en equipo y la obtención de competencias para la prevención y la solución del deterioro ambiental.

Los primeros registros de visitas a la isla Guadalupe datan del siglo XIX, cuando cazadores rusos permanecían cortos períodos de tiempo en la isla para la caza de pinnípedos nativos. Estos cazadores introdujeron las cabras a la isla. Las cabras introducidas a la postre conformaron una población ampliamente establecida con más de cien mil individuos, que ocasionaron un grave deterioro del ecosistema insular (Aguirre-Muñoz et al. 2005).

En tiempos más recientes, hace 35 años, la Sociedad Cooperativa Producción Pesquera de Participación Estatal Abuloneros y Langosteros, S.C.L., estableció una pequeña comunidad al oriente de la isla, fundando lo que se conoce como "Campo Oeste". Esta comunidad está constituida por aproximadamente 70 personas, entre pescadores y sus familias (Aguirre-Muñoz et al. 2005). En la isla existe asimismo un destacamento permanente de la Secretaría de Marina — Armada de México (SEMAR). El número de habitantes en este campamento, ubicado en la punta sur de la isla, es de nueve a quince personas. Los períodos de estancia son de 30 días. Al término de la estancia el personal es relevado por diferentes miembros de la SEMAR, que a su vez cumplen la estancia mensual.

Además de los usuarios permanentes en la isla Guadalupe, este sitio es visitado a lo largo de todo el año por científicos y técnicos que llevan a cabo labores de investigación y generación de conocimiento acerca de las especies de la isla y los procesos. La isla alberga una singular avifauna terrestre y marina, una rica composición de invertebrados e importantes colonias de mamíferos marinos, además de procesos únicos. Por esta razón se calcula que en promedio arriban al sitio 40 investigadores al año. El uso de la isla Guadalupe como sitio de refugio, descanso, centro de abastecimiento o vivienda permanente frecuentemente ocasiona impactos indeseables en el ecosistema. Esto ha sucedido de manera continua por más de 150 años en el archipiélago de la isla Guadalupe. Existen registros que vinculan el establecimiento de asentamientos humanos con la introducción de al menos



dos especies de mamíferos terrestres (Moran 1996; Aguirre-Muñoz et al. 2005).

15.1.2. Metodología

En la isla Guadalupe, como parte fundamental de las acciones de conservación y restauración, se desarrolló un programa educativo conducente a dar a conocer la importancia de los ecosistemas insulares, evitar la reintroducción e introducción de fauna exótica y otros efectos nocivos al ambiente producto del desconocimiento. La línea de educación ambiental que se desarrolló para este caso en particular, tuvo como meta involucrar a la gente de la comunidad pesquera y del destacamento de SEMAR en la conservación y restauración activa de la isla.

El programa se enfocó a realizar de manera puntual talleres de trabajo con los niños y adultos de la isla, con una intervención social de tipo participativo (Montenegro 2001) en sus aspectos educativos (Lenoir et al. 2002), tendiente a fortalecer las actitudes de cuidado del ambiente en la isla. El programa contiene en su diseño indicadores de impacto en el cambio de conducta y hábitos de los usuarios. La evaluación de éxito del programa se basa en el método sistemático de evaluación propuesto por Stufflebeam et al. (1971). Para Stufflebeam la evaluación es: el proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y mérito de las metas propuestas en el proyecto, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con la finalidad de utilizarlo como guía para la toma de decisiones, solución de los problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados.

Este modelo conocido por el acrónimo CIPP (Contexto-Insumo-Proceso-Producto) ofrece una orientación prescriptiva para la evaluación de programas. Este tipo de acercamientos considera tanto la evaluación formativa para la planeación e implementación del programa como la evaluación sumaria para valorar los productos del mismo (Flores-Ochoa 1995). El modelo propone cuatro etapas o escenarios de evaluación: (1) La evaluación del contexto, valora las necesidades, metas, oportunidades y restricciones del ambiente del programa para proveer una base para definir objetivos y la planeación para la toma de decisiones; (2) La evaluación de las entradas, analiza estrategias para alcanzar las metas y objetivos del programa educacional; (3) La evaluación del proceso, determina el diseño del proyecto; y (4) La evaluación del producto, una vez que la estrategia es implementada, el proceso de evaluación provee retroalimentación acerca de su efectividad. Finalmente la evaluación del producto valora el grado en que los objetivos fueron logrados e identifica efectos secundarios y modificaciones necesarias. La evaluación del producto ayuda a los administradores a juzgar o reaccionar ante los logros del modelo de evaluación (Jacobson 1991).



15.1.3. Operación del Programa

Los cuatro tipos de actividades: investigación, desarrollo, implementación y evaluación, se realizaron de manera sincronizada dentro de las cinco fases operativas del proyecto. La última fase contempló el análisis de los resultados para evaluar la eficacia del programa y elaborar un informe final. La implementación del programa se realizó mediante cinco estancias en la isla de un mes cada una, con un periodo de tres semanas en la ciudad de Ensenada (trabajo de gabinete en las oficinas de Conservación de Islas), entre cada estancia en la isla.

La primera fase del subproyecto de Educación Ambiental estuvo orientada a la puesta en marcha del proyecto y a la búsqueda de información, en esta fase se aplicó la primera serie de entrevistas personalizadas con el objetivo de hacer un sondeo sobre la percepción y apreciación de los actores locales sobre el medio y sus recursos. La segunda, tercera y cuarta fase, denominadas conjuntamente como fase de formación, estuvieron enfocadas al fortalecimiento curricular, basado en la formulación de un modelo educativo de unidades didácticas en las cuales se abordan temas relacionados con los valores éticos y ambientales ideales para la concepción del desarrollo de fundamentos cognoscitivos, afectivos y conductuales. En esta fase se plantearon reuniones periódicas con los miembros de la comunidad, así como la aplicación de actividades referentes a la acción social y participación activa de los miembros de los actores locales.

La quinta fase estuvo enfocada a la evaluación de la eficacia del programa mediante la aplicación de una segunda serie de entrevistas. Ésta fase incluyó el análisis de resultados y comprendió el monitoreo en el mediano plazo del impacto del programa en la comunidad, que se llevo a cabo 6 meses después de finalizado el programa. El desarrollo de cada actividad propuesta para las seis fases del programa de educación ambiental puede ser consultado en el Cuadro 13.

Para octubre de 2007, el proyecto de Educación Ambiental se reportó en la etapa de implementación, la cual consistió en tres estancias por periodos de un mes en la isla Guadalupe. El instructor de Educación Ambiental de Conservación de Islas permaneció la mayor parte del tiempo en la comunidad pesquera donde impartió clases formales a niños de primaria, pláticas estructuradas para adultos con fuertes componentes de sensibilización y concienciación dirigidas al cambio de apreciación y cuidado del ambiente, bajo el esquema y método de trabajo anteriormente descrito.



Cuadro 13. Descripción de actividades, métodos y evaluación correspondiente a cada fase del programa de educación ambiental en la isla Guadalupe.

| Fases | Descripción de Actividades | Método y Evaluación |
|---|--|--|
| Fase I 1er Visita a la Isla | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de gabinete • Desarrollo de guía de Entrevistas dirigida Pescadores, Mujeres, niños y adolescentes y Personal de SEMAR. • Aplicación de Entrevistas a: <ul style="list-style-type: none"> Niños y adolescentes Pescadores Mujeres | <ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Evaluación del nivel de percepción y apreciación del medio y sus recursos • Método Cualitativo. Método de intervención participativa |
| Fase II 2a Visita a la Isla | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de gabinete • Elaboración de un esquema de intervención pedagógica como modalidad de formación para niños de primaria • Primera etapa de Formación (Nivel de Educación básica) • Reunión Comunitaria • Programa de acción social enfocado al desarrollo comunitario. | <ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Fortalecimiento Curricular • Modelos cognoscitivos y participativos • Método de intervención participativa |
| Fase III 3ª Visita a la isla | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de gabinete • Segunda etapa de Formación (Nivel de Educación básica) • Seguimiento del Programa de Acción social con Intervención Educativa (Adultos) • Aplicación de Entrevistas a personal de la SEMAR | <ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Fortalecimiento Curricular. • Modelos cognoscitivos y participativos • Método de intervención participativa |



| Fases | Descripción de Actividades | Método y Evaluación |
|--|---|---|
| Fase IV 4ª Visita a la isla | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de gabinete • Tercera etapa de Formación (Nivel de Educación básica) • Seguimiento del Programa de Acción social con Intervención Educativa (Adultos) • Reunión Comunitaria • Aplicación de Entrevistas a personal de la SEMAR | <ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Fortalecimiento Curricular. • Modelos cognoscitivos y participativos • Método de intervención participativa |
| Fase V 5ª Visita a la isla | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de gabinete • Desarrollo de guía de Entrevistas para la evaluación. • Aplicación de Entrevistas para la Evaluación a: <ul style="list-style-type: none"> Niños y adolescentes Pescadores Mujeres Personal de SEMAR | <ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Método Cualitativo. • Evaluación de cambio en el nivel de percepción y apreciación del medio y sus recursos • Método de intervención participativa |
| Fase VI | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de gabinete • Análisis y evaluación de la eficacia del programa • Monitoreo • Elaboración de Informe final | <ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Modelo CIPP* • Métodos cualitativos y cuantitativos |

*CIPP (contexto-Insumo-Proceso-Producto), método sistemático de evaluación propuesto por Stufflebeam et al. (1971).



15.2. Evaluación del programa de educación ambiental en la isla Guadalupe

15.2.1. Introducción

En un esfuerzo por frenar los impactos generados por el uso de la isla con fines antropogénicos, se propuso desarrollar un programa de educación ambiental como parte del proyecto "Restauración y Conservación de isla Guadalupe". Este programa estuvo dirigido a niños y adultos de la comunidad de pescadores y miembros de la Secretaría de Marina, y el objetivo planteado fue generar un cambio de conciencia hacia la valoración de los recursos naturales presentes en su sitio, promover el conocimiento de los ecosistemas insulares, sus procesos ecológicos y evolutivos, sus servicios ambientales, y la importancia y fragilidad de las especies endémicas.

Este proyecto de investigación resultó de los convenios firmados por la Universidad Autónoma de Baja California, en particular con el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo (IIDE), y el Grupo de Ecología y Conservación de Islas A.C. (GECI). Con el apoyo de la CONABIO y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.

En este apartado se dan a conocer los resultados de la Evaluación del éxito del programa de Educación Ambiental.

15.2.2. Materiales y métodos

La evaluación del programa de Educación Ambiental se llevó a cabo utilizando la técnica de grupo focal, que es una de las técnicas para recopilar información de los métodos cualitativos de investigación (Krueger y Casey 2000). Un grupo focal o de discusión puede definirse como una discusión cuidadosamente diseñada para obtener las percepciones colectivas sobre una particular área de interés. La entrevista colectiva o discusión de grupo focal funciona porque incide en las tendencias humanas, con sanción social. Las actitudes y las percepciones que tiene la comunidad en relación al programa, son desarrolladas, en parte, en su interacción con otras personas. La evidencia de los grupos focales sugiere que las opiniones de un individuo pueden cambiar en el curso de la discusión con otros porque las personas influyen las unas a las otras por medio de sus comentarios. El educador ambiental mediante la técnica de grupos focales puede descubrir más información sobre cómo dicho cambio ocurrió y la naturaleza de los factores influyentes. De esta manera el educador ambiental tiene la posibilidad de influir en el cambio por voluntad propia.



La evaluación informal del proyecto impartido en la isla fue permanente. Una vez terminada la intervención, se llevó a cabo un grupo de discusión con los niños de nivel de primaria y de preescolar que recibieron la formación, de acuerdo con una guía de preguntas semi-estructurada de los temas vistos durante el programa de educación ambiental. La sesión de trabajo con los niños fue grabada en audio, transcrita integralmente, y analizada con el programa de cómputo Atlas Ti.

15.2.3. Resultados y discusión

Los resultados de la evaluación arrojan información sobre la comprensión de los niños de la cuestión ambiental. Aunque en términos de conocimientos hay un gran esfuerzo a desarrollar, a pesar de la intervención, se logró que hubiera una mejora en la actitud hacia el cuidado del ambiente, en particular del cuidado de los animales. También mejoró la comprensión de que para llevar a cabo este objetivo es necesario eliminar las especies de fauna introducida y evitar reintroducciones o nuevas introducciones. Los niños de primaria obtuvieron un mejor manejo de la información, más que los niños de preescolar, siendo estos últimos los que presentaban problemas para retener la información si esta no era reafirmada frecuentemente. A continuación se presenta un mapa conceptual en donde se hace patente la actitud de cuidado de los niños, en relación al ambiente (Figura 27).

En la Figura 27 se muestran las preguntas resumidas en dos cuestionamientos: ¿Qué pasaría si...? y, ¿Por qué es importante cuidar...?. Las respuestas igualmente se resumen en los seis cuadros color verde que se presentan al final de diagrama, donde se evidencia la actitud de cuidado y de comprensión de cómo nuestra presencia en la isla puede afectar los procesos naturales que en ella se desarrollan. Por esto, de los resultados del diagrama, que surge de las respuestas de las encuestas llevadas a cabo en el grupo de discusión, se concluye que el programa de educación ambiental impartido en la isla, ha tenido éxito.

Pero no solamente es importante la implementación misma del programa sino la evaluación de los impactos que ha tenido éste en la población objetivo. Esto permitirá que se hagan los ajustes y mejoras necesarios para repetir este ejercicio en otras islas con problemática similar.

Por la impartición del programa de educación ambiental en la isla, es importante considerar el nivel académico de la población y las condiciones de su estilo de vida. Por ello es mejor dar la formación en la oralidad.

La población infantil es particularmente sensible a la migración, ya que los niños se van de la isla ya sea en barco o en avión, para visitar a sus familiares en continente, en Ensenada en particular, o para continuar sus estudios. Por ello, el programa de educación ambiental deberá ser de



carácter permanente en la isla. Habrá que buscar estrategias para lograr una mayor participación en el cuidado de la isla por parte de la comunidad local. En especial la acción de las amas de casa es determinante para que las prácticas cotidianas sean sustentables y formen valores en ese sentido con las nuevas generaciones. La población masculina, tanto pescadores como personal de la Secretaría de Marina-Armada de México en general, tienen un buen grado de conciencia de la importancia de preservar el ambiente, particularmente, con una racionalidad de tipo económico y de responsabilidad.

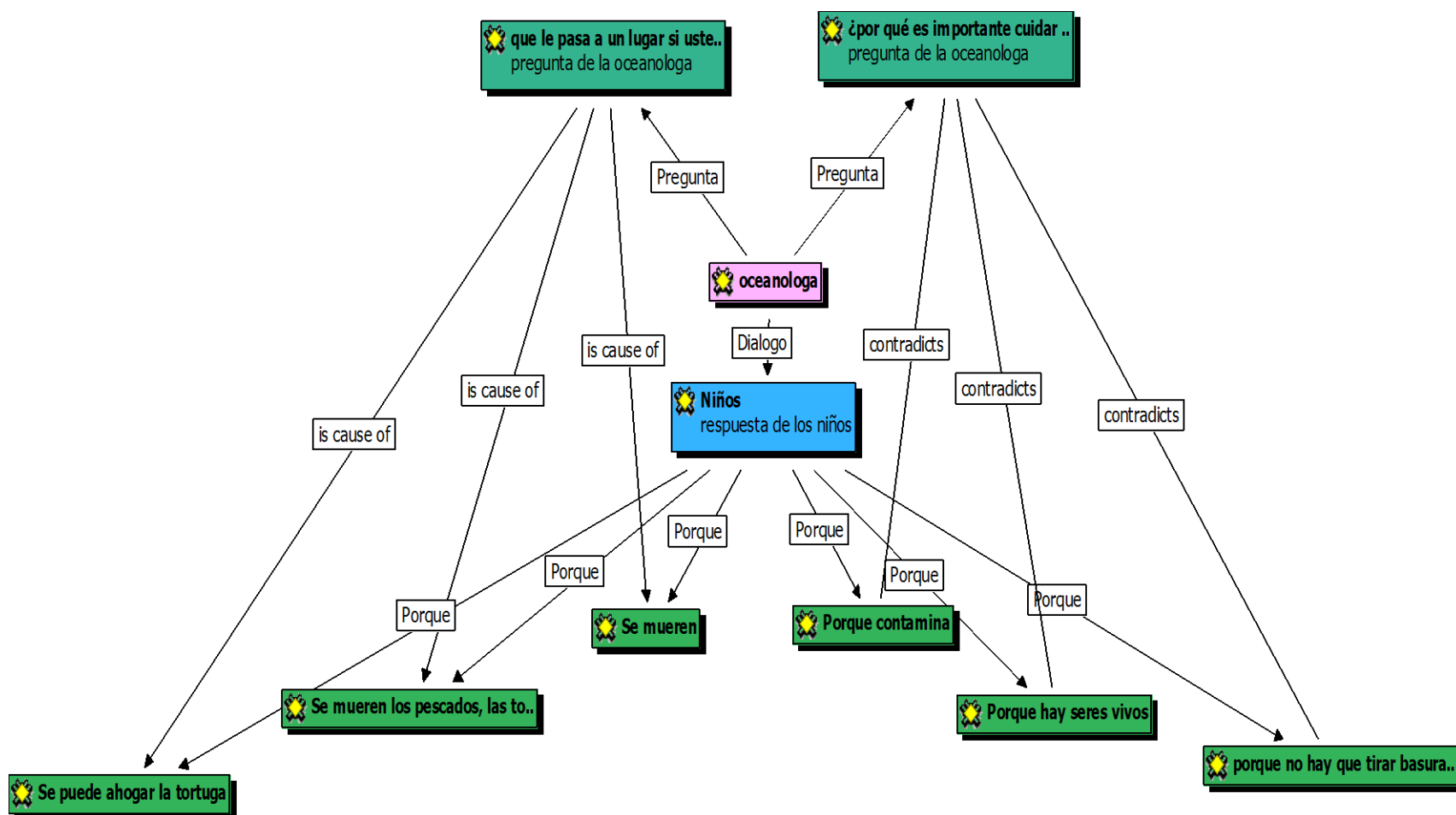


Figura 27. Diagrama obtenido del programa de cómputo Atlas Ti producto del análisis de las encuestas.



16. Literatura Citada

- Aguirre Muñoz, A., E. Ezcurra, E. Enkerlin Höflich, J. Soberón Mainero, L. M. Salas Flores, K. Santos del Prado, E. Peters, L. Luna Mendoza, B. Tershy, B. Keitt, C. García Gutiérrez e I. Aguirre Bielschowsky. 2005. La construcción social de la conservación y el desarrollo sustentable de isla Guadalupe. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Aguirre Muñoz, A., A. Samaniego Herrera, C. García Gutiérrez, E. Enkerlin Höflich, J. Carranza Sánchez, C. Sánchez Ibarra, L. M. Luna Mendoza, B. Keitt, B. Tershy, M. Rodríguez Malagón, F. Casillas Figueroa, V. Sáenz Aguilar, J. A. Sánchez Pacheco y J. Bezaury Creel. 2005a. Propuesta para el Establecimiento del Área Natural Protegida Reserva de la Biósfera Islas del Pacífico. Estudio Técnico Justificativo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. Ensenada, Baja California, México. 147 pp. + Anexos.
- Aguirre Muñoz, A., A. Samaniego Herrera, C. García Gutiérrez, L. Luna Mendoza, M. Rodríguez Malagón y F. Casillas Figueroa. 2005b. El control y la erradicación de fauna introducida como instrumento de restauración ambiental: historia, retos y avances en México. En: O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (Eds.). Temas sobre Restauración Ecológica. SEMARNAT-INE; US Fish and Wildlife y Unidos Para La Conservación A. C. México, D. F. 256 pp.
- Aguirre Muñoz, A., J. Bezaury Creel, J. Carranza, E. Enkerlin Höflich, C. García Gutiérrez, L. M. Luna Mendoza, B. Keitt, J. A. Sánchez Pacheco y B. R. Tershy. 2003. Propuesta para el Establecimiento del Área Natural Protegida Reserva de la Biósfera de la Isla Guadalupe. Estudio Técnico Justificativo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, Baja California, México. 98 pp. + Anexos.
- Aguirre-Muñoz A., C. García Gutiérrez, L. Luna Mendoza, F. Casillas Figueroa, M. Rodríguez Malagón, M. A. Hermosillo Bueno, A. Villalejo Murillo, F. J. Maytorena López, N. Silva Estudillo y A. Samaniego Herrera. 2004. Restauración ambiental de la isla Guadalupe México: Avances en la erradicación de la población de cabras ferales. Reporte Técnico. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, B.C. Diciembre de 2004. 11 pp.
- Aguirre-Muñoz A., L. Luna Mendoza, A. Samaniego-Herrera y A. Ortiz Alcaraz. 2007. Especies introducidas y la restauración del Archipiélago Revillagigedo, México. II Reunión internacional de investigadores del Archipiélago de Revillagigedo. Manzanillo, México.
- Aguirre-Muñoz A., L. Luna Mendoza, M. Rodríguez Malagón, C. García Gutiérrez, M. A. Hermosillo Bueno, N. Silva Estudillo, A. Manríquez Ayub y Y. V. Saenz Aguilar. 2005. Proyecto: "Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe", Reporte Técnico No 1. Grupo de Ecología y



- Conservación de Islas, A. C. Ensenada, Baja California, México. 27 pp. + Anexos.
- Aguirre-Muñoz, A. y L. Luna Mendoza. En preparación. Feral goat eradication in Guadalupe island.
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego Herrera, L. Luna Mendoza, M. Rodríguez Malagón, A. Peralta García, M. Á. Hermosillo Bueno, N. Silva Estudillo, J. H. Valdez Villavicencio, A. Ortiz Alcaraz, R. González Gómez, M. Félix Lizárraga y A. Manríquez Ayub. 2006. Conservación de las Islas del Pacífico Mexicano: Reporte Anual de Actividades, 2005-2006. Ensenada, Baja California, México. 52 pp.
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, M. Rodríguez-Malagón, C. García-Gutiérrez, Y. V. Saenz-Aguilar, A. Peralta-García, M. Á. Hermosillo-Bueno, N. Silva-Estudillo y A. Villalejo-Murillo. 2005. Conservación de las islas del Pacífico de México: Reporte Anual de Actividades. Ensenada, Baja California, México. 74 pp
- Algar, D. y N. D. Burrows. 2004. Feral cat control research: Western Shield review – February 2003. Conservation Science Western Australia 5(2): 131-163.
- Anderson, C.D., D.L. Grebner, D.L. Evans, I.A. Munn, y K.L. Belli. 2005. The Impact of Stand Identification Through An Object-Oriented Approach For Forest Management Planning. Journal Article No. FO 267 of the Forest and Wildlife Research Center, Mississippi. State University, p 35-42
- Anthony, A. W. 1901. The Guadalupe Wren. The Condor: 73.
- Ary, D., L. CH. Jacobs. y A. Razavieh. 2000. Introducción a la Investigación Pedagógica. Mc. Graw-Hill, México.
- Baker, F. S. 1950. *Principles of silviculture*. McGraw-Hill, New York. 414 p.
- Baker, F.S. 1950. Principles of silviculture. McGraw-Hill, New York. 414 pp.
- Barnett, B.D. 1986. Eradication and control of feral and free-ranging dogs in the Galapagos islands. Proceedings Twelfth Vertebrate Pest Conference (T.P. Salmon, Ed.). U.C. Davis, Ca.
- Barnett, B.D. y R.L. Rudd. 1983. Feral dogs of the Galapagos Islands: Impact and control. Int.J. Stud. An. Prob. 4:44-58.
- Barton, D. C. y K. E. Lindquist, R. W. Henry III y L.M. Luna Mendoza. 2005. *Notas sobre las aves terrestres y acuáticas de isla Guadalupe*. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Becerra, M.A. 1999. Escorrentía, erosión y conservación de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Segunda edición. 376 p.
- Berzunza, C.R. 1950. La isla Guadalupe. Bol. Soc. Mex. Geog. Estad. Tomo LXX: 1-3. Mexico. 62.
- Besnier Romero F. 1988. Semillas biología y tecnología. Ed. Mundi-Prensa.



Madrid.

- Broekhuizen, N., W.S.C. Gurney, A. Jones; A. D. Bryant. 1994. Modelling Compensatory Growth. *Functional Ecology*, Vol. 8, No. 6: 770-782.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. y Laake, J.L. 1993. Distance sampling. Estimating Abundance of Biological Populations. London Chapman & Hall.
- Burnham, K.P. y Anderson, D.R. 1984. The need for distance data for distance data in transect counts. *Journal of Wildlife Management* 48, 1248-1254.
- Burrough, P.A. and R.A. McDonnell. 1998. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University. 333 pp.
- Burrows, N.D., D. Algar, A.D. Robinson, J. Sinagra, B. Ward, G. Liddelow. 2003. Controlling introduced predators in the Gibson Desert of Western Australia. *Journal of Arid Environments* 55: 691-713.
- Campbell, K. and Donlan, C.J. 2005. Feral goat eradications on islands. *Conservation Biology* 19: 1362-1374.
- Campbell, K. J. 2002. Advances in Judas goat methodology in the Galapagos Islands: manipulating the animals. 70-77 in J. Gregory, B. Kyle, and M. Simmons, editors. Judas workshop 2002. New Zealand Department of Conservation, Otago Conservancy, Dunedin.
- Campbell, K., C.J. Donlan, F. Cruz, and V. Carrion. 2004. Eradication of feral goats *Capra hircus* from Pinta Island, Galápagos, Ecuador. *Oryx* 38:328-333.
- Carmona, R., G. Ruiz-Campos, J.A. Castillo-Guerrero y G. Brabata. 2005. Patterns of Occurrence and Abundance of Land Birds on Espíritu Santo Island, Gulf of California, México." *The Southwestern Naturalist* 50(4): 440-447
- Castro R. A. Mascarenhas, A. Sánchez-Barba, R. Durazo y E. Gil-Silva. 2005. Condiciones Meteorológicas en el sur de Isla Guadalupe. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Chambers J. C. 2000. Restoration Ecology and Sustainable Development. Edit. K. M. Urbanska. N. R. Webb, P.J. Edwards. Cambridge University Press.
- Christiansen, P. y J.M. Harri. 2005. Body Size of Smilodon (Mammalia: Felidae). *Journal of Morphology* 266:369-384
- Colinvaux P. A. 2001. Introducción a la ecología. Limusa. Noriega editores. México.
- CONAFOR. 2004. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras prácticas. Comisión Nacional Forestal, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Jalisco, México.



- migration: Baja California Peninsula region. *North American Birds* 59: 153-156.
- Erickson, R. A., R.A. Hamilton, R. Carmona, G. Ruz-Campos y A. Henderson. 2008. Value of perennial archiving of data received through the North American Birds regional reporting system: Examples from the Baja California Peninsula. *North American Birds* 62: 324-331.
- Fitzgerald B. M., B. J. Karl, y C. R. Veitch, 1991. The Diet of Feral Cats (*Felis catus*) on Raoul Island, Kermadec Group. *New Zealand Journal of Ecology*, Volume 15 -2.
- Flores-Ochoa L.M. 1995. An Educational Model to Integrate Local Coastal Communities in Marine Conservation Projects. Master of Marine Affairs Thesis. University of Washington. USA. 88 pp.
- Flux, J.E.C. 1993. Relative effect of cats, myxomatosis, traditional control, or competitors in removing rabbits from islands. *New Zealand Journal of Zoology*, Vol. 20, no. 1: 13-18.
- Flux, J.E.C. 1993. Relative effect of cats, myxomatosis, traditional control, or competitors in removing rabbits from islands. *New Zealand Journal of Zoology*, 20 (1): 13-18.
- Folkard N. F. G. y J. N. M. Smith 1995. Evidence for bottom-up effects in the boreal forest: do passerine birds respond to large-scale experimental fertilization? *Canadian Journal of Zoology* 73: 2231-2237.
- Forsyth, D.M., Robley A.J. y B. Reddiex. 2005. Review of methods used to estimate the abundance of feral cats. Arthur Rylah Institute for Environmental Research, Department of Sustainability and Environment, Melbourne. 28 pp.
- Franzreb K. E. 1983. A comparison of foliage use and tree height selection by birds in unlogged and logged mixed-coniferous forest. *Biological Conservation*. 27: 259-275.
- Gallo Reynoso, J.P. y M. C. García Aguilar. 2005. Análisis preliminar de la presencia de perros ferales en la costa noreste de la isla de Cedros y su efecto sobre las colonias de pinnípedos. CIAD y CICESE. Informe no publicado. Ensenada, B.C. 11 pp
- García Gutiérrez C., A. Hinojosa Corona, E. Franco Viazcaíno, P. J. Riggan, G. Bocco, L.Luna Mendoza, A. Aguirre Muñoz, J. Maytorena López, B. Keitt, B. Tershy, M. Rodríguez Malagón y N. Biavaschi. 2005. Cartografía base para la conservación de isla Guadalupe: avances, perspectivas y necesidades. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). *Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe*. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Green, J.S. y P.S. Gipson. 1994. Feral Dogs, Damage Prevention and Control Methods, Prevention and control of wildlife damage.
- Harcombe, P.A. 1987. Tree life tables, tree death: cause and consequence. *BioScience*, Vol. 37, 8: 557-568.



- Henry, W. R. y A. Aguirre-Muñoz. 2007. Maestro del aire: el albatros de Laysan. *Pronatura*, 21:12-18.
- Hoffman, James W.; Riggan, Philip J.; Griffin, Stephanie A.; Grush, Ronald C.; Grush, William H.; Pena, James. 2003. FireMapper 2.0: A multispectral uncooled infrared imaging system for airborne wildfire mapping and remote sensing Infrared Spaceborne Remote Sensing XI. Edited by Strojnik, Marija. Proceedings of the SPIE, Volume 5152, pp.
- Hostetter, D. R.. 1961. Life history of the Carolina Junco *Junco hyemalis carolinensis* Brewster. Raven
- Howald, G., C. J. Donlan, J. P. Galván, J. C. Russell, J. Parkes, A. Samaniego, Y. Wang, D. Veitch, P. Genovesi, M. Pascal, A. Saunders y B. Tershy. 2007. Invasive rodent eradication on Islands. *Conservation Biology* 21:1258-1268
- Howell, S. N. G. y S. Weeb. 1995. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America Oxford, England, Oxford University Press.
- Howell, S.N.G. y S. Webb 1992. Observations of birds from Isla Guadalupe, Mexico. 1992. *Euphonia* 1: 1-6.
- Howell, S:N:G:, R.A. Erickson, R.A. Hamilton y M.A. Patten. 2001. An annotated checklist of the birds of Baja California and Baja California Sur. Monographs in Field Ornithology. 171-203
- Howell, T. R. y T. J. Cade 1954. "The Birds of Guadalupe Island in 1953." *The Condor* 56: 283-294.
- Howell, T. R. y T. J. Cade 1955. "Additional Data on the Birds of Guadalupe Island." *The Condor* 58: 78.
- Howell, T. R.. 1968. Guadalupe Junco. Pp. 1094-1098 *in* Life histories of North American cardinals, buntings, towhees, finches, sparrows, and their allies. Pt. 2 (O. L. Austin, ed.). *Bulletin of the United States National Museum*. 237.
- Ibarra Contreras, C. 1995. Proceso histórico de deterioro ecológico de isla Guadalupe, Baja California Norte, México. Tesis de Licenciatura. UVM Campus Tlalpan. México. 153.
- Ibarra, C. y A. Clarita. 1995. Proceso histórico del deterioro ecológico de la Isla Guadalupe, Baja California Norte, México. Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ibarra-Contreras, C. 1995. Proceso historico de deterioro ecológico de isla Guadalupe, Baja California Norte, México. Tesis de licenciatura. UVM Campus Tlalpan. México. 153.
- Iverson, J. 1978. The impact of feral cats and dogs on populations of the West Indian rock iguana, *Cyclura carinata*. *Biological Conservation*, 14: 63-73.



- Jacobson, S. 1991. A Model for Using a Developing Country's Park System for Conservation Education. The Journal of Environmental Education. Vol. 22. No.1.
- Jehl, J.R. y W. T. Everett 1985. History and status of the avifauna of Isla Guadalupe, Mexico. Transactions of the San Diego Society of Natural History 20: 313-336.
- Jennings, G. Y. 1987. Guadalupe. Oceans 20(5):40-45.
- Jobson, J. D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis Vol. II: Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag, New York. 611 p.
- Jones, E. 1977. Ecology of the feral cat, *Felis catus* (L.), (Carnivora: Felidae) on Macquarie Island. Australian Wildlife Research 4: 249-262.
- Junak S., B. Keitt, B. Tershy, D. Croll, L. M. Luna-Mendoza, A. Aguirre-Muñoz. 2005. Esfuerzos recientes de conservación y apuntes sobre el estado actual de la flora de isla Guadalupe, Baja California. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Kaeding, H. B. 1905. "Birds from the West Coast of Lower California and Adjacent Islands." The Condor 7: 105-111-134-138.
- Keegan, D.R., B.E. Coblentz y C.S. Winchell. 1994. Feral Goat Eradication on San Clemente Island, California. Wildlife Society Bulletin, Vol. 22, 1: 56-61.
- Keegan, D.R., B.E. Coblentz y C.S. Winchell. 1994. Feral Goat Eradication on San Clemente Island, California. Wildlife Society Bulletin, Vol. 22, 1: 56-61.
- Keitt B., R. W. Henry, A. Aguirre-Muñoz, C. García, L. Luna-Mendoza, M. A. Hermosillo, B.Tershy y D. Croll. 2005(a). Impacto de los gatos introducidos (*Felis catus*) en el ecosistema de la isla Guadalupe. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Keitt B., R. W. Henry, A. Aguirre-Muñoz, C. García, L. Luna-Mendoza, M. A.Hermosillo, B.Tershy y D. Croll. 2005. Impacto de los gatos introducidos (*Felis catus*) en el ecosistema de la isla Guadalupe. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Keitt B., S. Junak, L. Luna-Mendoza y A. Aguirre. 2005(b). The Restoration of Guadalupe Island. Fremontia 33(4): 20-25.
- Keppie, D. M. and C. E. Braun. 2000. Band-tailed Pigeon (*Patagioenas fasciata*). The Birds of North America Online Retrieved 05/05/2008, 2008, from <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/530>
- Kimball H.H. 1922. "Bird Records from California, Arizona, and Guadalupe Island." The Condor 24: 96-97.



- Kirkpatrick, R. D. and M. J. Rauzon. 1986. Foods of feral cats *Felis catus* on Jarvis and Howland Islands, Central Pacific Ocean. *Biotropica* 18:72-75.
- Klinger R.C., P. Schuyler y J.D. Sterner. 2002. The response of herbaceous vegetation and endemic plant species to the removal of feral sheep from Santa Cruz Island, California. En: Veitch, C. R.; Clout, M. N. ed. *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK, IUCN. 141-154.
- Kotanen, P.M. 1995. Responses of vegetation to a changing regime of disturbance: effects of feral pigs in a Californian coastal prairie. *Ecography* 18: 190-199.
- Krebs, C.J. 2006 En: Sutherland, W. (eds). *Ecological Census Techniques: a handbook*. Cambridge Univ. Press. 432 p.
- Krueger, R. A., y M. A. Casey. 2000. *Focus groups: A Practical Guide for Applied Research*. Sage Publications Inc. 3era edición. EUA. 215 pp.
- Lemos-Espinal J. A., R. I. Rojas-González. y J. J. Zúñiga-Vega. 2005. *Técnicas para el Estudio de Poblaciones de Fauna Silvestre*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 157 pp.
- Lenoir, Y., Larose, F., Deaudelin, C., Kalubi, J.C. y et Raymond-Roy, G. 2002. L'intervention éducative. Clarifications conceptuelles et enjeux sociaux. *L'Esprit Critique. Revue internationale des sociologie et des sciences sociales*. Vol 4 . No. 4.
- Lever, C. 1994. *Naturalized animals*. T & A.D. Poyser Natural History, London.
- Linhart, S. B. y F. F. Knowlton. 1975. Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. *Wildlife Society Bulletin* 3(3):119-124.
- Linharts, B. y F. Knowlton. 1975. Determining the relative abundance of coyotes by cent station lines. *Wildlife society bulletin* 3:119-124.
- Luna-Mendoza, L. M., D. C. Barton, K. E. Lindquist, R. W. Henry III. 2005. Historia de la avifauna anidante de Isla Guadalupe, México, y oportunidades actuales de conservación. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). *Isla Guadalupe, Conservación y Restauración*. Instituto Nacional de Ecología. México. pp. 115-134.
- Luna-Mendoza, L. M., D. C. Barton, K. E. Lindquist, R. W. Henry III. 2005. Historia de la avifauna anidante de Isla Guadalupe, México, y oportunidades actuales de conservación. En: E. Peters y K. Santos (Eds.). *Isla Guadalupe, Conservación y Restauración*. Instituto Nacional de Ecología. México. pp. 115-134.
- Margalef, R. 1967. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona, España, 951 pp.
- Mellink, E. and E. Palacios. 1990. Observations on isla Guadalupe in november 1989. *Western Birds* 21: 177-180.



- Miller A. H. 1941. Speciation in the avian genus *Junco*. *University of California Publications in Zoology*.
- Mirsky, E. N. 1976. Song Divergence in Hummingbird and Junco Populations on Guadalupe Island. *The Condor* 78: 230-235.
- Mirsky, E. N.. 1976. Song divergence in hummingbird and junco populations of Guadalupe Island. *Condor* 78: 230-235.
- Molsher, R. L. 1999. The ecology of feral cats, *Felis catus*, in open forest in New South Wales: Interaction with food resources and foxes. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. School of Biological Sciences. University of Sydney, Australia. 271 pp.
- Montenegro, M. (2001). Conocimientos, agentes y articulaciones: una mirada situada a la intervención social. Universitat Autònoma de Barcelona. Consultado el 28 de marzo de 2006 en el: <http://www.tdx.cesca.es/>
- Montenegro, M. 2001. Conocimientos, agentes y articulaciones: una mirada situada a la intervención social. Universidad Autònoma de Barcelona. Programa de Psicología Social, Tesis Doctoral. España. 337 pp.
- Moors, P.J. 1985. Conservation of island birds: case studies for the management of threatened island birds. International Council for Bird Preservation, Cambridge, United Kingdom.
- Moran R. 1951. Notes on the flora of Guadalupe island, México. *Madroño* 11: 153-160.
- Moran, R. 1996. The flora of Guadalupe Island Mexico. California Academy of Science. San Francisco, Ca. Memoirs of The California Academy of Science, Number 19.
- Moran, R. 1996. The flora of Guadalupe Island, México. [La flora de la Isla de Guadalupe, México]. San Francisco, California Academy of Sciences.
- Morris, K. D. 1989. Feral animal control on Western Australian islands. In A. Burbidge (ed.). Australian and New Zealand islands: nature conservation values and management. Occasional Paper 2/89, Perth, Department of Conservation and Land Management. pp. 105-111.
- Norma Oficial Mexicana. 2001. NOM-059-SEMARNAT-2001. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación el 6 de Marzo del 2002.
- Nottingham, B.G., K.G. Johnsonan y D.M.R. Pelton. 1989. Evaluation of scent-station surveys to monitor raccoon density. *Wildlife Society Bulletin* 1729-35.
- Novaro, A. J. 1991. Surce-sink dynamics induced by hunting: case study of culpeo foxes on rangelands in Patagonia, Argentina. Tesis de Doctorado, Universidad De Florida.
- Novaro, A. J. 1991. Surce-sink dynamics induced by hunting: case study of culpeo foxes on rangelands in Patagonia, Argentina. Tesis de Doctorado, Universidad De Florida.



- Novaro, A.J., M.C. Funes, C. Rambeaud y O. Monsalvo. 2000. Calibración del índice de estaciones odoríferas para estimar tendencias poblacionales del zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Patagonia. *Mastozoología Neotropical/ J. Neotrop. Mammal.*; 7(2):81-88
- Nowak, R.M. and J.L. Paradiso. 1983. *Felis catus* (domestic cat). Pages 1068 -1070 *Walker's Mammals of the World*, 5th edition, vol. II. John Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD. 1362 p.
- Ogan, C.V. y R.M. Jurek. 1999. Biology and ecology of feral, free-roaming and spray cats. *Biology, management and surveys techniques*. 87-91.
- Ortiz Alcaraz, A.A., A. Aguirre Muñoz, L. Luna Mendoza, M.A. Hermosillo Bueno, N. Silva Estudillo y F. Méndez Sánchez. 2009. Restauración de isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo: erradicación de borrego feral (*Ovis aries*), primera etapa. Encuentro Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable de las Islas de México. 23 al 26 de junio de 2009. Ensenada, Baja California. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Gobernación, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior, The Nature Conservancy y Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.
- Parkes, J., Henzell, R. and Pickles, G. 1996. *Managing Vertebrate Pests: Feral Gouts*. Australian Government Publishing Service, Canberra. 51 p.
- Phillips, R. B., B. D. Cooke, K. Campbell, V. Carrion, C. Márquez y H.L. Snell. En prensa. Eradication of feral cats, *Felis catus*, to assist the re-establishment of terrestrial iguanas *Conolophus subcristatus*, on Baltra island, Galapagos, Ecuador. 15 pp.
- Phillips, R. B., B. D. Cooke, K. Campbell, V. Carrion, C. Márquez y H.L. Snell. 2005. Eradicating feral cats to protect Galapagos land Iguanas: methods and strategies. *Pacific Conservation Biology* 11: 257-267.
- Pianka, E.R. 1984. *Evolutionary Ecology*. Benjamin Cummings; 6th edition. 512 pages
- Pianka, E.R. 1999. *Evolutionary Ecology*. Benjamin Cummings; 6th edition. 512 pages
- Pitman, R. L. 1985. The marine birds of Alijos Rocks, Mexico. *Western Birds* 6:81-92
- Pontier, D., S. Ludovic, F. Devias, J. Bried, J. Thioulouse, T. Micol, E. Natoli 2002. The diet of feral cats (*Felis catus* L.) at five sites on the Grande Terre, Kerguelen archipelago. *Polar Biol.* 25: 833-837.
- Pyle, P., K. Hanni y D. Smith. 1994. Birds notes from isla Guadalupe, including three new island records. *Euphonia* 3: 1-4.
- Pyle, P..1997. *Identification guide to North American birds*. Slate Creek Press, Bolinas. CA.
- Quintana-Barrios, L., G. Ruiz-Campos, P. Unitt y R. A. Erickson. 2006. Update on the birds of Isla Guadalupe, Baja California. *Western Birds* 37: 23-36.



- Rabenold K. N. 1978. Foraging strategies, diversity, and seasonality and bird communities of Appalachian spruce-fir forests. *Ecological Monographs*. 1978: 397-424.
- Ramos-Franco, C. A. 2007. Propuesta de manejo de erosión hídrica en el bosque de ciprés de la isla Guadalupe. Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, Facultad de Ciencias. UABC-GECI.
- Read, J. y Z. Bowen. 2001. Population dynamics, diet and aspects of the biology of feral cats and foxes in arid South Australia, *Wildlife Research*, 28:195-203
- Read, J. y Z. Bowen. 2001. Populations dynamics, diet and aspects of the biology of feral cats and foxes in arid South Australia. *Wildlife Research*. 28: 195-203.
- Ridgway, R. 1876. Ornithology of Guadalupe Island, based on notes and collections made by Dr. Edward Palmer. *Bulletin of the United States Geological and Geographical Survey of the Territories*. 2: 183-195.
- Robley A., B. Reddiex, T. Arthur, R. Pech y D. Forsyth. 2004. Interaction between feral cats, foxes, native carnivores, and rabbits in Australia.
- Robley et al. 2004). Robley A., B. Reddiex, T. Arthur, R. Pech y D. Forsyth. 2004. Interaction between feral cats, foxes, native carnivores, and rabbits in Australia.
- Rogers D. 2002. *In situ* genetic conservation of Monterey Pine (*Pinus radiata* D. Don): Information and recommendations. Report No. 26. University of California. 76 pp.
- Romagosa, C. M. (2002). "Eurasian Collared-Dove (*Streptopelia decaocto*). " The Birds of North America Online, from <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/630>.
- Roughton, R.D. y M.W. Sweeny. 1982. Refinements in scent station methodology for assesing trenes in carnivore popuations. *J. Wildl. Manage.* 46:217-229.
- Roughton, R.D. y M.W. Sweeny. 1982. Refinements in scent station methodology for assesing trenes in carnivore popuations. *J. Wildl. Manage.* 46:217-229.
- Sabo S. R. 1980. Niche and habitat relations in subalpine bird communities of the White Mtns. of New Hampshire. *Ecological Monographs*. 50: 241-259.
- Santiago, J.E. 2003. Escorrentía y erosión del suelo. Escuela de Ciencias de la Tierra. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Venezuela
- Samaniego-Herrera, A., A. Peralta-García y A. Aguirre-Muñoz (Eds.). 2007. Vertebrados de las islas de la península de Baja California. Guía de campo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, 178 pp.
- Santiago Island. *Biological Conservation* 121:473-478.



- Scheffer, V.B. 1955. Body Size with Relation to Population Density in Mammals. *Journal of Mammalogy*, Vol. 36, No. 4.
- Seabrook, W. 1990. The impact of the feral cat (*Felis catus*) on the native fauna of Aldabra Atoll, Seychelles. *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)* 45: 135-154.
- Short, J., B. Turner, D. A. Risbey y R. Carnamah. 1997. Control of feral cats for nature conservation. II. Population reduction by poisoning. *Wildlife Research* 24:703-714.
- Sparhawk, W. N. 1918. *Effect of grazing upon western yellow pine reproduction in central Idaho*. Boletín de United States Department of Agriculture (USDA) No. 738.
- Steer, R., Arias-Isaza F., Ramos A., Sierra-Correa P., Alonso D., Ocampo P. Stufflebeam, D.L. W.J. Foley, W.J. Gephart, E.G. Gupa, R.I. Hammond, H.O. Merriman, and M.M. Provus. 1971. Educational Evaluation and Decision Making. Illinois: R.E. Peacock.
- Sutherland, W.J. 2006. *Ecological Census Techniques: a handbook*. Cambridge Univ. Press. 432 p.
- Swarth, H. S. 1914. "A Study of the Status of Certain Island Forms of the Genus *Salpinctes*." *The Condor* 16(5): 211-217.
- Sweet, P.R., G.F. Barrowclough, J.T. Klicka, L. Montañez-Godoy y P. Escalante-Pliego, 2001. Recolonization of the Flicker and other notes from Isla Guadalupe, Mexico. *Western Birds* 32: 71-80.
- Tabor, R. 1981. General biology of feral cats. Pages 5-11 *in* The ecology and control of feral cats. 1981. Proc. Symposium, Sept. 23-24, 1980. Univ. London, Universities Federation for Animal Welfare, Potters Bar, Hertfordshire.
- Taylor, D. y Katahira, L. 1988. Radio telemetry as an aid in eradicating remnant feral goats. *Wildlife Society Bulletin*, 16, 297-299.
- Taylor, D. y Katahira, L. 1988. Radio telemetry as an aid in eradicating remnant feral goats. *Wildlife Society Bulletin*, 16, 297-299.
- Thayer, J. E. y O. Bangs 1908. The Present State of the Ornithology of Guadalupe Island. *The Condor* 10(3): 101-106.
- Towns D.R., I.A.E. Atkinson y C.H. Daugherty. 1990. Ecological restoration of New Zealand islands: papers presented at conference on ecological restoration of New Zealand islands 1989. Department of Conservation, Wellington, New Zealand.
- Travaini, A., R. Martínez-Peck y S.C. Zapata. 2001. Selection of odor attractants and meat delivery methods for control of Culpeo foxes (*Pseudalopex culpaeus*) in Patagonia. *Wildl. Soc. Bull.* 29:1089-1096.
- Van Vuren, D. y B. E. Coblentz. 1987. Some ecological effects of feral sheep on Santa Cruz Island, California. USA. *Biol. Cons.* 41.
- Veitch, C. R. 2001. The eradication of feral cats (*Felis catus*) from Little



- Barrier Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 28:1-12.
- Veitch, C.R. y M.N. Clout. 2002. Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.
- Vitousek, P.M. 1986. Diversity and biological invasions of oceanic islands, p. 181-189. In E. O. Wilson & F. M. Peter (eds.). *Biodiversity*, Washington, National Academy.
- Wang, Z., Baker A. J., Hill G. E. y Edwards S. V. 2003. "Reconciling actual and inferred population histories in the house finch (*Carpodacus mexicanus*) by AFLP analysis." *Evolution* 57(12): 2852-2864.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall International Editions. 718 pp.